Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 32 (SEITE 537—552) · 11. AUGUST 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Der Entwicklungsstand des Fernsehens. Von FRITZ SCHRÖTER. (Schluß.) (Mit 6 Figuren) . . 537

Wissenschaftliche Tagung des Vereins der Freunde des Kaiser Wilhelm-Institutes für Silikatforschung am 29. Februar 1939 541

Über einige Bruchstücke beim Zerplatzen des Thoriums. Von O. HAHN, F. STRASSMANN und S. FLÜGGE. (Mit 4 Figuren) 544

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Über das Verhalten von Kristalldetektoren bei sehr kurzen elektromagnetischen Wellen. Von H. KLUMB und B. KOCH 547

Die Sekundärelektronenemission reiner Metalle im ungeordneten und geordneten Zustand. Von R. SUHRMANN und W. KUNDT 548

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Röntgen-

Grob- und Feinstrukturuntersuchung

mit

Seifert-

Röntgenapparaten

Verlangen Sie Sonderdrucke über die Verwendung von Röntgenstrahlen für technische Untersuchungen.

RICH. SEIFERT & CO. / HAMBURG 13

Naturwiss.

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

Die Beeinflussung der Sekundärelektronenemission reiner Metalle bei 83° und 293° abs. durch adsorbierten Sauerstoff. Von R. Suhrmann und W. Kundt 548

Über Fehlerstellen in Cellulosemolekülen. Von H. Staudinger und A. W. Sohn 548

Skototenin, ein neuer Streckungswuchsstoff in höheren Pflanzen. Von Poul Larsen . . . 549

Über das Hypericin, den photodynamisch wirksamen Farbstoff aus Hypericum perforatum. Von Hans Brockmann, Mohammed Nagib Haschad, Karl Maier und Fritz Pohl . . 550

Über die mittlere freie Weglänge der Mesotronen. Von H. Ertel und W. Kolhörster . . . 550

Besprechungen:

Chemical Reactions involving Solids. A general discussion held by the Faraday Society, April 1938. (Ref.: Wolfram Schütz) 551

Schubert, Gerhard, und Artur Pickhan, Erbschädigungen. (Probleme der theoretischen und angewandten Genetik und deren Grenzgebiete. Redigiert von W. F. Reinig.) (Ref.: Günther Just) 552

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von Ferdinand Pax und Walther Arndt. Erster Band, zweite Hälfte (Schluß d. 1. Bd.). 14. Lieferung. (Inhalt Kapitel X und XI). (Ref.: Erich Wasmund) 552

Berichtigung 552

BEZUGSQUELLEN

GLASTEILUNGEN

J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE

Wilh. Lambrecht, Göttingen

MIKROSKOPISCHE HILFSMITTEL

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Polarisations-Optik

MINERALIEN UND GESTEINE

Mineralien-Niederlage der Staatl. Sächs. Bergakademie Freiberg/Sa.

PHOTOZELLEN

Dr. B. Lange, Berlin-Dahlem, Garystr. 45/47

PHYSIKALISCHE APPARATE

Berliner physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

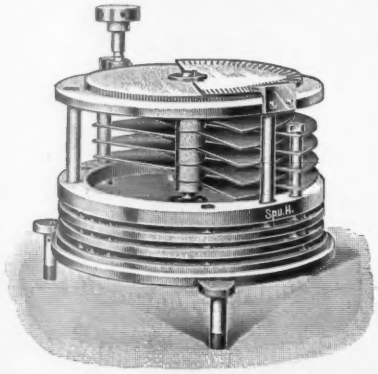
SPEKTRALAPPARATE

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Spektral-Optik für d. sichtb. u. U-V-Gebiet

SPINDLER & HOYER Kom.-Ges.

Mechanische und optische Werkstätten

GÖTTINGEN 40



Dreh-Kondensatoren

von 100—3000 *pF*

Fest-Kondensatoren

von 5—100000 *pF*

nach den Modellen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Verlangen Sie Liste

In der NSV. wurden von der Armee der Sozialisten und Sozialistinnen der Tat im letzten Jahre 96 Millionen Arbeitstage geleistet.

Werde NSV.-Mitglied, dann dienst Du in dieser Armee als Soldat für den Führer.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 11. August 1939. | Heft 32

Der Entwicklungsstand des Fernsehens.

Von Fritz Schröter, Berlin.

(Schluß[1].)

II. Kathodenstrahl-Fernsehen.

Zunächst trat die Braunsche Röhre als Fernbildschreiber auf den Plan, weil sie ein besonders einfaches, Helligkeitssteuerung und Bildpunktverteilung in sich vereinigendes Gerät darstellt, welches zum erstenmal eine genügende Verbilligung des Fernsehempfängers erwarten ließ.

Die umwälzende Auswirkung der Braunschen Röhre in der Fernseh-Empfangstechnik läßt sich nur dann vollständig verstehen, wenn wir *alle* dafür maßgebenden Vorzüge betrachten. Es sind folgende:

1. Das Fehlen der bewegten und in Tritt zu haltenden mechanischen Teile schaltet sämtliche Probleme aus, die mit der Kinematik schnell umlaufender, ausgedehnter Massen zusammenhängen (Dehnung, Festigkeit, Antriebsleistung, mechanische Resonanzen, Geräusche usw.).

2. Der Entstehungsort der schreibenden Lichtenergie ist die Bildfläche selber, daher die prinzipielle Entbehrlichkeit aller verlustbringenden Optiken zwischen Lichtquelle und Wiedergabeschirm und — vermöge allseitiger Ausstrahlung des Leuchtschirmmaterials — ein weiter Betrachtungswinkel des Fernbildes.

3. Die Natur kommt uns bei der Braunschen Röhre insofern entgegen, als wir die Energie der Elektronen und damit die Helligkeit des Schreiblichtpunktes durch hohe Spannungen weitgehend steigern können. Wir sind daher in der Lage, innerhalb sehr weiter Grenzen stets die gleiche Strahlenenergie in den Bildpunkt hineinzukonzentrieren, unabhängig von dessen durch ϱ im Verhältnis zum ganzen Bildfeld bestimmter Flächenausdehnung. Nach den vorliegenden Erfahrungen dürfen wir bei den heutigen Schirmabmessungen ohne Helligkeitsverlust mit $k > 700$ rechnen (Auflösungsgrad des Kinobildes).

4. Die gitterartig erfolgende Intensitätsmodulation des Kathodenstrahls ist praktisch leistungslos und erfordert Wechselspannungen von der geringen Größenordnung 10 V, um einen Strom von 100 μA und darüber durchzusteuern. Derartige Spannungsbeträge werden im Zwischenfrequenzteil des Fernsehempfängers durch Pentoden leicht aufgebracht; die Anodenwechselspannungen der Endstufe kann man daher ohne weiteres dem Steuersystem der Braunschen Röhre aufdrücken, die dann bei richtiger Vorspannung einfach als Anodengleichrichter, d. h. als frequenzunabhängiger optischer Demodulator wirkt. Zur Zeit wird zwar in den industriellen Fernsehempfängern die Gleichrichtung *vor* der Braunschen Röhre bevorzugt, und zwar im Interesse besserer Ausnutzung der Kathodenemission. Es wird also das niederfrequente Bildsignal nachverstärkt und dann erst der Bildschreibröhre zugeführt. Bei weiteren Fortschritten in der Steuersteilheit der Elektronenstrahlerzeuger wird man aber vielleicht auf den Zwischenfrequenzbetrieb der Röhre zurückkommen.

5. Die Braunsche Röhre erlaubt sehr beträchtliche Verdichtungen elektrischer Leistung im Fluoreszenzlichtfleck. Bei einer von *Telefunken* für Großprojektion des Leuchtschirmbildes entwickelten Ausführung mit 20000 V Anodenspannung und 1 mA Spitzenstrom werden 20 W auf 0,4 qmm umgesetzt. Dies entspricht 5 kW/qcm und bei Annahme von 2,5 HK/W einer Leuchtdichte von 12500 Stilb (Größenordnung des Reinkohle-Lichtbogenkraters).

6. Die Trägheitslosigkeit der Kathodenstrahlablenkung (Kürze des Rücklaufs) gestattet grundsätzlich eine beliebige Zeilenzahl und Rasterwechselfrequenz. Die damit gegebene Lösung des flimmerfreien Fernbildes (zugleich eine weitere Grundlage für Farbfernsehen) ist von überzeugender technischer Einfachheit, verglichen mit mechanischen Bildfeldzerlegern. Sehen wir von den schwingenden Spiegeln ihrer zu langen Umkehrzeiten wegen ab, so erlauben Lochscheiben, Spiegelräder oder dergl. den sprunghaften Zeilenwechsel nur dadurch, daß auf dem Umfange eine *größere Anzahl* von einander zyklisch ablösenden Zerlegerelementen (Abtastöffnungen, Linsen, Spiegeln) angeordnet ist. Die Folge davon sind bei wachsendem k und n schließlich untragbare Dimensionen, Tangentialgeschwindigkeiten, Drehzahlen oder Spiegelaperturen, je nachdem, wohin das Kompromiß gelegt werden soll. Von diesen Grenzen ist die Braunsche Röhre gänzlich frei.

Bevor wir auf Anwendung und Betrieb der Braunschen Röhre im Fernsehempfänger zurückkommen, wollen wir die Bedeutung der rein elektronischen Bildfeldzerlegung für die *Sende*seite betrachten. Vorweg sei die Möglichkeit erwähnt, das Leuchtzeilenraster der Braunschen Röhre nach älteren Vorschlägen der Patentliteratur für Fernsehfilmabtastung zu benutzen (Versuche von M. v. Ardenne und von *Telefunken*). Der zeilenschreibende Lichtfleck konstanter Intensität wird optisch auf den Filmstreifen abgebildet; hinter diesem befindet sich eine Photozelle, die entsprechend der lokalen Schwärzungsverteilung variable Lichtströme empfängt. Da neuerdings hochbelastbare Leuchtphosphore von kürzester Abklingdauer (keine Verwaschung!) und die Sekun-

[1] Vgl. Heft 31, S. 521.

däremissionsvervielfachung schwächster Photoströme zur Verfügung stehen, hat diese Anordnung von neuem Bedeutung erlangt.

Von den Kathodenstrahl-Bildfängerröhren, die ohne den Umweg über die Lichtstrahlabtastung arbeiten, sind bisher die bekannten Ausführungsformen von FARNSWORTH (Dissector-Tube) und von ZWORYKIN (Ikonoskop) zur Anwendung gelangt. Schon DIECKMANN und HELL beschrieben 1925 eine grundsätzlich brauchbare, nach dem Prinzip des heutigen „Bildwandlers" wirkende Abtaströhre: Das optische Sendebild wird auf einer Großflächenkathode in ein Elektronenbild übergeführt und das mit hoher Spannung abgesaugte Elektronenbündel durch Ablenkfelder im Sinne normaler Zerlegung zeilenweise über eine punktförmige Sonde bewegt. Der Sondenstrom steuert

Fig. 6. Farnsworth-Bildzerlegerröhre (Fernseh-A.G.).

den Sender. FARNSWORTH gelang zum erstenmal die elektronenoptisch einwandfreie Durchführung dieses Vorschlages in einer Hochvakuumröhre mit magnetischer Sammellinse unter Hinzunahme der Sekundärelektronenvervielfachung.

Fig. 6 zeigt die von der *Fernseh-A.G.* durchgebildete Farnsworth-Bildzerlegerröhre. Im oberen Teil ist die scheibenförmige Photokathode angebracht, auf die das zu übertragende Bild projiziert wird. Die Absauganode ist ein ringförmiger, metallischer Wandbelag. (Die magnetische Sammellinse wird über das Rohr geschoben.) Im unteren Teil sieht man das seitlich eingeführte Sondenrohr, in dessen Innerem vielstufige Sekundärelektronenvervielfachung stattfindet, sowie das eingeschmolzene plane Lichteintrittsfenster. Einen mit dieser Röhre ausgerüsteten sehr einfachen Filmabtaster, der mit Zeilensprung arbeitet, erläutert Fig. 7. Beim Zeilensprungverfahren muß jedes Filmbild zweimal in je $^1/_{50}$ sec abgetastet werden, und zwar das eine Mal in den geradzahligen, das andere Mal in den ungeradzahligen Zeilen. Mit Rücksicht auf befriedigende Wiedergabe der Tonschrift ist man dabei an eine Laufgeschwindigkeit des Filmstreifens entsprechend 25 Bildern/sec (streng genommen 24 Bildern/sec) gebunden. Eine prinzipielle Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß man das kontinuierlich verschobene Filmbild und die elektrisch gesteuerte Lage der Abtastzeile einander mit gleicher Geschwindigkeit entgegenführt, so daß schon in $^1/_{50}$ sec die Bildhöhe einmal überstrichen ist (Halbraster I). Anschließend springt die Lage der Abtastzeile zurück und durchmißt in der nächsten $^1/_{50}$ sec den gleichen Weg ein zweites Mal, jedoch in den vorher ausgelassenen Zeilenbahnen (Halbraster II). Bei dem Gerät der Fernseh-A.G. wird dies nach BÜNGER dadurch bewerkstelligt, daß man auf die Photokathode der Farnsworth-Röhre mit Hilfe eines Doppelprismas zwei um ihre halbe Höhe gegeneinander versetzte Abbildungen des gleichen Filmbildes entwirft, deren Elektronenverteilungen nacheinander abgetastet werden. Eine am projizierten Film vorbeilaufende synchronisierte Blende deckt abwechselnd die obere und die untere Hälfte des Bildfensters und damit in der abgetasteten Überlappungszone auf der Kathode jeweils das Störlicht der zweiten Abbildung ab.

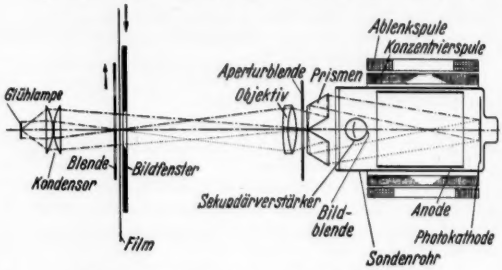


Fig. 7. Filmabtastung mit Farnsworth-Röhre.

Beim Ikonoskop wirkt das Sendebild dauernd auf eine mit isolierten Photozellen von einigen μ Durchmesser dicht besetzte Fläche. Infolgedessen können sich die Metallpartikel durch Photoemission während $1/n$ sec aufladen (abgesehen von vorhandenen Gegenwirkungen). Bei der periodischen Abtastung durch den Kathodenstrahl wird daher ein integraler Effekt ausgewertet und der prozentuale Anteil des Störgrießes entsprechend dem verstärkten Nutzstrom geringer. Die Rolle des Strahls als Umschalter, beruhend auf der Sekundäremission des Ikonoskopschirmes, die Wirkung der Streuelektronen des Strahls, der vor dem Schirm liegenden Raumladung usw., sind neuerdings näher untersucht worden. Das Ikonoskopprinzip wird für längere Zeit der wichtigste Fortschritt der Fernsehtechnik bleiben. Im Superbildfänger von *Telefunken* oder Superemitron der EMJ-Marconi Co. wird es, wie schon weiter vorn beschrieben, mit dem Bildwandlerprinzip vereinigt benutzt; der Gewinn an Lichtempfindlichkeit ist etwa 20fach, ein Erfolg von großer praktischer Tragweite. Die Zeilenzahl wird bis zu $k = 700$ beherrscht.

Für Filmübertragung lassen sich Ikonoskop und MECHAUscher Kinoprojektor mit optischem Ausgleich derart im Verbund betreiben, daß zwi-

schen der Geschwindigkeit des kontinuierlich laufenden Bildstreifens und der elektrischen Abtastung des auf dem Ikonoskopschirm *stehend* entworfenen *Überblendungs*-Filmbildes selbst bei dem ohne weiteres durchführbaren Zeilensprungverfahren keinerlei starre zeitliche Beziehungen zu bestehen brauchen. Dies bedeutet eine große praktische Annehmlichkeit (Wegfall von Pendelungen, bequeme Bedienung, Lichtstromersparnis). (Grand Prix, Pariser Weltausstellung.)

Fig. 8 zeigt das ohne weiteres verständliche Schema dieser von *Telefunken* entwickelten Anordnung, die inzwischen auch in die englische Fernkinosendung vom Londoner Alexandra Palace übernommen worden ist und gegenüber den früher dort benutzten Vorrichtungen mit schrittweise bewegtem Filmband durch Fortfall des Gleichlaufs zwischen Schirmabtastung einerseits, Bildstreifentransport und Abblendscheibe andererseits große

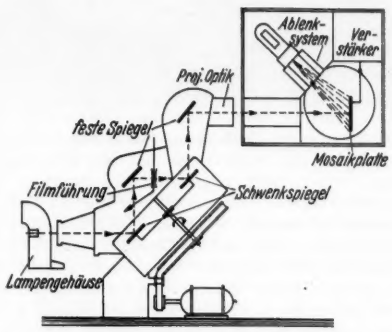


Fig. 8. Telefunken-Filmabtaster mit Speicher-Bildfangröhre.

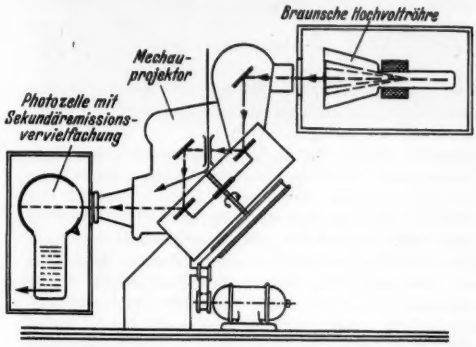


Fig. 9. Telefunken-Filmabtaster mit BRAUNscher Röhre.

betriebstechnische Vorteile mit sich gebracht hat. In Fig. 9 sehen wir die Umkehrung dieses Prinzips nach einem Vorschlage von H. ELSTERMANN, Telefunken. Das Gerät wurde entwickelt von A. KAROLUS, Leipzig. Als Abtastlichtquelle dient eine BRAUNsche Hochvoltröhre mit sehr scharfem, intensivem Lichtfleck. Zur Ablenkung desselben in Zeilen- und Bildrichtung dienen die normalen Mittel unter Verwendung der von der elektrischen Zentrale des Fernsehaufnahmeraumes gelieferten rhythmischen Gleichlaufimpulse. Der Fluoreszenzschirm der BRAUNschen Röhre ist aus einem hellgrün leuchtenden Stoff mit besonders geringer Nachleuchtdauer (Größenordnung $0{,}5 \times 10^{-6}$ sec) hergestellt. Das vom Lichtfleck geschriebene Zeilenraster wird in den MECHAUschen Ausgleichsprojektor hinein abgebildet und dort durch das Zusammenwirken von Filmvorschub und Spiegeltrommel auf dem kontinuierlich bewegten Bildstreifen, *unabhängig von dessen Geschwindigkeit*, in starrer Lage festgehalten. Man kann daher gleichfalls mit beliebiger Relativgeschwindigkeit zwischen Kathodenstrahlablenkung und Filmlauf arbeiten und das Zeilensprungverfahren ohne weiteres anwenden. Das vom Bildstreifen durchgelassene, von seiner Schwärzungsverteilung modulierte Licht fällt auf eine Photozelle mit vielfacher Sekundäremissionsverstärkung. Geringfügige Reste von Nachleuchten des Schirmpräparates werden unschädlich gemacht, indem man den Kathodenstrahl und somit den Lichtfleck hochfrequent unterbricht und dann hinter der Photozelle lediglich die entstandene Trägerfrequenz mit ihren Seitenbändern verstärkt, die niederfrequenten bzw. die Gleichstromanteile hingegen ausfiltert. Dieses neue Filmabtastprinzip liefert kontrastreiche und scharfe Bilder, die frei sind von dem beim Gebrauch des Ikonoskops noch nicht völlig beseitigten Störsignal.

Grundsätzlich bietet die Anwendung des optischen Bildausgleichs in Verbindung mit Kathodenstrahlröhren neben dem Fortfall starrer Phasenbeziehungen noch den Vorteil, daß das Bildformat frei einstellbar ist. Schwankungen des Verhältnisses Höhe : Breite, die infolge elektrischer Amplitudenänderungen im Betriebe entstehen können, sind daher unkritisch; ferner ist es auf diese Weise möglich, durch willkürliche Amplitudenbeeinflussung der Ablenkströme aus dem gegebenen Bilde einen beliebigen Ausschnitt zu wählen, der dann empfängerseits das ganze Bildfeld ausfüllt.

Mit Hilfe der weiter vorn beschriebenen BRAUNschen Grünlichtröhre konnte bei *Telefunken* auch ein Personenabtaster für 441 Zeilen und Zeilensprung durchgebildet werden. Der das Zeilenfeld durchlaufende Lichtfleck wird statt auf den Film auf die fernzusehende Person projiziert und der an dieser reflektierte Strahlenkegel von Photozellen mit Sekundäremissionsverstärkung aufgefangen. Die spektrale Zusammensetzung des stark grünbetonten Abtastlichtes liefert bei der Wiedergabe des menschlichen Antlitzes recht naturgetreu erscheinende Graustufen; etwa so, wie in der Photographie eine gute orthochromatische Platte.

12. Schaltungs- und Gerätetechnik.

Die zur periodischen Ablenkung beider Kathodenstrahlen in der Sende- und der Empfangsröhre erforderlichen elektrischen oder magnetischen Felder werden durch besondere, in Kipp- oder Verzerrungsschaltung betriebene Ablenkröhren mit sägezahnförmigen Spannungs- oder Stromkurven erzeugt; ihre Intritthaltung geschieht von der Sendeseite aus mittels eines gemeinsamen Taktgebers.

Die früher zu diesem Zweck verwendeten Glimmlampen- und Thyratron-Kippanordnungen sind heute durch wesentlich sicherer und exakter wirkende Hochvakuumröhrenschaltungen ersetzt. In diesen erfolgt z. B. die Aufladung des Kondensators wie gewöhnlich über einen OHMschen Widerstand, die Entladung dagegen über eine parallel zur Kapazität liegende Hochvakuumröhre, die während der Ladung gesperrt bleibt und nur kurzzeitig durch positive Spannungsimpulse am Steuergitter geöffnet wird (Rücklauf). Dabei benutzt man natürlich nur den praktisch genügend zeitlinearen Anfang der nach einer e-Funktion verlaufenden Ladekurve. Die sägezahnförmigen Kippspannungen steuern meist eine Endstufe, die ihrerseits auf die Ablenkplatten bzw. die Ablenkspule arbeitet. Diese Methode des „verstärkten Sägezahns" stößt bei magnetischer Ablenkung für hohe Zeilenfrequenzen wegen der Eigenkapazität der Ablenkspule auf Schwierigkeiten. Einen Ausweg stellt die sinnreiche Verzerrungsschaltung nach ANDRIEU dar, bei der die sonst störende Kapazität zur Anregung von Eigenschwingungen der Spule herangezogen wird. Wird diese über eine parallelgeschaltete vorgespannte Diode an eine Gleichspannung ($E = -L \cdot di/dt = \text{const.}$) gelegt, so beginnt im Spulen-L ein nahezu linearer Stromanstieg (Schreiben der Zeile). Nach Ablauf der Zeilendauer wird durch einen negativen Impuls am Steuergitter einer Pentode die Gleichspannung abgeschaltet. Die in der Spule aufgespeicherte magnetische Energie will sich in Form von schwach gedämpften Schwingungen des durch das L und das Eigen-C der Spulenwindungen gebildeten Kreises ausgleichen; der Schließungsweg über die Diode läßt aber nur eine Halbschwingung zustande kommen (Rücklauf). Dann beginnt das Spiel von neuem. Mit einer derartigen Kippschaltung, die einen um die Nullstromlinie symmetrisch schwankenden Wechselstromsägezahn liefert (Ruhelage des Kathodenstrahles in der Zeilenmitte!), gelingt auch leicht eine Modulation der Zeilenamplitude zum Zwecke der beim Ikonoskop wegen des schrägen Strahleinfalls auf der Mosaikplatte notwendigen Trapezentzerrung, z. B. durch Beeinflussung der Diodenspannung.

Zeilen- und Bildfrequenz eines Fernsehrasters stehen bei Zeilensprung in einem festen Verhältnis zueinander. Die Kopplung kann entweder durch Vervielfachung der Bildfrequenz oder durch Abbau der Zeilenfrequenz erfolgen. Die notwendige Phasenstarrheit ist nur auf die letzte Weise erreichbar. Zur Frequenzteilung eignet sich besonders gut eine Kette von Sperrschwingern.

Zweckmäßig werden die Ablenkungsfrequenzen mit dem Netz synchronisiert, um relativ zum Raster wandernde (und daher leicht erkennbare) Intensitäts- und Ablenkmodulationen zu vermeiden, die durch mangelhaft ausgefilterte Brummspannungen hervorgerufen werden. Diese Synchronisierung kann geschehen, indem eine Zusatzstufe aus dem Vergleich der Raster- mit der Netzfrequenz eine Regelspannung liefert, mit der die Frequenz der Ausgangsstufe des Frequenzteilers korrigiert wird.

Der Frequenzteiler erzeugt Steuersignale von Zeilen- und Rasterfrequenz, durch welche die für die gesamte Sendeanlage nötigen Ablenkspannungen und Impulsgemische (z. B. zum Austasten im Rücklauf des Elektronenstrahls) ausgelöst werden. Das Auslösen geschieht in einem besonderen Gerät unter Verwendung von Sperrschwingern und Multivibratoren, deren Dimensionierung sich zwecks Herstellung besonders steiler, d. h. zeitlich exakt wirkender Impulse von den üblichen Anordnungen unterscheidet (Einführung von Schwingkreisen und RC-Gliedern, s. weiter vorn).

Die Entscheidung zwischen elektrostatischer oder magnetischer Ablenkung des Kathodenstrahls hat sich bei den Geber- wie bei den Empfängerröhren immer mehr zugunsten des zweiten Verfahrens verlagert. Maßgebend war hierfür, daß die Ablenkmittel nicht, wie beim Kathodenstrahloszillographen, für in weiten Grenzen veränderliche, sondern für fest gegebene Schwingungszahlen bestimmt sind. Unter dieser Voraussetzung hat sich die magnetische Methode, auch im Hinblick auf das Wachstum der Zeilenzahl, als der wirtschaftlichere Weg erwiesen. Gleiches gilt für das Problem der punktförmigen elektronenoptischen Kathodenabbildung (Strahlfokussierung) durch ein Steuersystem hindurch. Gewisse am Lichtfleck auftretende Linsenfehler werden bei magnetischer Konzentration geringer, das Elektrodensystem des Strahlerzeugers in der Röhre wird wesentlich einfacher. Die grundsätzlich vergrößerte Baulänge im Vergleich zu Röhren mit elektrostatischer Hauptlinse, bei denen in die Kathodenverkleinerung neben Gegenstands- und Bildweite noch das Geschwindigkeitsverhältnis der Elektronen vor und hinter der Linse eingeht, konnte durch geschickte Anordnung und Dimensionierung der Sammel- und Ablenkspulen sowie durch rein röhrentechnische Kunstgriffe wettgemacht werden. Deshalb ist die magnetische Konzentration des bildschreibenden Elektronenstrahles heute sowohl bei den Heimempfängerröhren als auch bei den Röhren für vergrößernde Projektion stark bevorzugt. Das gleiche ist der Fall auf der Geberseite.

BRAUNsche Röhren für besonders kleine Heim-Fernsehempfänger weisen bei einer nutzbaren Schirmgröße von etwa 20×23 cm nurmehr Längen unterhalb 40 cm auf, so daß die Baumaße des Gesamtgerätes außerordentlich stark verringert

werden konnten. Auf der Berliner Funkausstellung 1938 waren kombinierte Apparate mit einem Gehäuseumfang von 35 × 58 × 36 cm zu sehen, die neben den Wiedergabemitteln für den Bild- und Tonteil der Fernsehsendung einen vollständigen normalen Rundfunkempfänger enthielten (Fig. 10, Kleinempfänger DE 7 der *Fernseh-A.G.*). Ein zur gleichen Zeit von *Telefunken* vorgeführtes, noch einfacheres Gerät, das lediglich den Bildteil und den Überlagerungsteil für die ultrakurze Tonträgerwelle beherbergt und daher zur Tonwiedergabe den Anschluß eines — meist vorhandenen — Rundfunkapparates (vermittels dessen Antenneneingang) erfordert, zeigt Fig. 11.

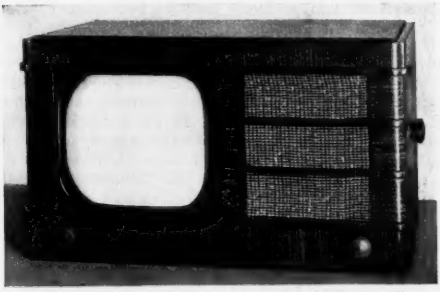


Fig. 10. Fernseh-Kleinempfänger (Fernseh-A.G.).

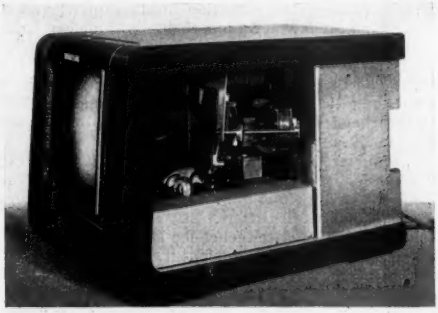


Fig. 11. Fernseh-Kleinempfänger (Telefunken) geöffnet, zur Verbindung mit vorhandenem Hörrundfunkgerät.

Der fortgeschrittenste Fernsehempfänger arbeitet mit vertikaler Röhre und Klappspiegel zum Betrachten des Schirmbildes (z. B. Telefunken, FE VI). Der eigentliche Bildempfangsteil (vom Tonempfangsteil sei hier abgesehen, der hochfrequente Eingang ist für Bild- und Tonträgerwelle gemeinsam, die Trennung erfolgt erst im Zwischenfrequenzteil) umfaßt eine hochfrequente ($\lambda = 7$ m) Röhrenvorstufe zur Erhöhung der Eingangsspannung an der Mischröhre, diese selbst nebst Oszillatorröhre, 3 Stufen Zwischenfrequenz, Detektor und Niederfrequenz-Verstärkerstufe, deren Ausgangsspannung die Intensität der Braunschen Röhre steuert. Hinter dem Detektor liegt die Weiche zur Trennung der Gleichlaufsignale von den Helligkeitsimpulsen.

Bei den Braunschen Projektionsröhren ist es gelungen, mit den Beschleunigungsspannungen bis auf 80 kV hinaufzugehen. Werte von 40—50 kV und Strahlstromstärken der Größenordnung 1 mA werden allgemein beherrscht (*Telefunken, Fernseh-A.G., C. Lorenz A.G.*). Bei so hohen Spannungen erzielt man außerordentlich scharfe und intensive Lichtpunkte, so daß mit Primärbildern von etwa 5 × 6 cm und mit Optiken von großem Öffnungsverhältnis (1 : 1,9 bis 1 : 1,4) verzeichnungsfreie, helle Wandbilder von mehreren Quadratmeter Flächeninhalt erzielt werden. Trotz künstlicher Kühlung des Leuchtschirmes hat man dabei aber noch keine befriedigende Lebensdauer erhalten können. Der Schirmbelastung sind Grenzen gesetzt. Von um so größerer Bedeutung ist daher die Entwicklung gut bündelnder Richtschirme, die den vom Projektor empfangenen Lichtstrom möglichst quantitativ in einen verengten, durch die Abmessungen des Betrachtungsraumes gegebenen Nutzkegel zurückwerfen. Auf diesem Wege lassen sich, bezogen auf eine mattweiße, vollkommen diffus reflektierende Fläche, Verstärkungsfaktoren von 10—15 und scheinbare Projektionshelligkeiten von 50—100 Apostilb, d. h. die heute im Kino bestehenden Werte, gewinnen. Die Fernseh-A.G. hat auf der Berliner Funkausstellung 1938 ein solches Richtschirmbild von rd. 10 qm Größe vorgeführt. Das Problem ist dabei von der röhrentechnischen auf die rein optische Seite verlegt; die endgültige Lösung setzt jedoch die restlose Ausnutzung nicht nur der Bündelung und der denkbar verlustfreiesten Reflexion, sondern auch aller bei der Röhre selbst noch erschließbaren Möglichkeiten zur Leistungssteigerung voraus.

Wissenschaftliche Tagung des Vereins der Freunde des Kaiser Wilhelm-Institutes für Silikatforschung am 29. Februar 1939.

Einige der Vortragenden berichten hier kurz über den Inhalt ihrer Vorträge.

H. O'Daniel: *Isomorphie und Mischkristalle.* Zum Zwecke einer klaren Abgrenzung trennt man mit Nutzen die *Mischungs*isomorphie begrifflich ab von der *Struktur*isomorphie:

Strukturisomorph sind 2 Kristallarten dann, wenn sie dem gleichen Gittertyp angehören, womit sie jedoch noch nicht miteinander mischbar zu sein brauchen; Mischungsisomorphie liegt darüber hinaus dann vor, wenn 2 Stoffe beschränkt oder unbeschränkt miteinander mischbar sind.

In Anlehnung an eine von V. M. Goldschmidt gegebene Einteilung spricht man von einer Isomorphie I; II. und III. Art, je nachdem bei gleichem Formeltyp die Summe der Ionenladungen konstant oder gleichmäßig

erniedrigt und daneben die Verteilung dieser Ladungen auf die einzelnen Bausteine des Gitters gleich oder verschieden ist, bei Beachtung des ausgeglichenen Valenzhaushaltes.

Auch bei der Strukturisomorphie ohne Mischkristallbildung spielt die Größe der Ionenradien bzw. der Radienquotient eine Rolle, die bei der begrenzteren Mischungsisomorphie noch übergeordneter wird.

Zu den Kompensationsstrukturen sind auch Verbindungen zu rechnen wie z. B. die Reihe $ZnSnF_6 \cdot 6\,H_2O$ — $ZnNbF_5O \cdot 6\,H_2O$ — $ZnMoF_4O_2 \cdot 6\,H_2O$ mit Ersetzung von F durch den fast gleich großen O und gleichzeitiger Ladungskompensation durch Eintritt von Nb und Mo an Stelle von Sn mit ebenfalls ähnlichen Ionenradien. Hierhin mag auch gehören eine eigentümliche Strukturgleichheit von NaCl und $LiFeO_2$, wobei O an Stelle von Cl tritt, während Li und Fe in statistischer Verteilung die Plätze von Na einnehmen und das Gitter entsprechend der ziemlich gleichmäßigen Ionenradienabnahme eine Kontraktion erfährt.

„Polymere Isomorphie" liegt vor bei TiO_2 — $ZrSiO_4$ oder $ThSiO_4$:gDirutile, $FeNb_2O_6$ oder $FeTa_2O_6$: Trirutile, bei Verdoppelung bzw. Verdreifachung des Grundbereiches des Rutil-Gitters.

Eine sogar mit weitgehender Mischbarkeit verbundene „Isotypie" bei ungleichem Formeltyp existiert zwischen CaF_2 und YF_3. An die Stelle von Ca tritt das gleichgroße Y, und das überzählige F besetzt die im Fluoritgitter vakanten Plätze: Würfelkantenmittel und Raummitten. Auf Grund der Gleichheit einer, zweier oder schließlich sämtlicher Strukturdimensionen erhält man die „orientierten Verwachsungen", von denen die Kristalle mit 3 übereinstimmenden Dimensionen dann erst miteinander mischbar sein können, wenn die Ähnlichkeit der Ionenradien dazutritt und bei künstlichen Kristallisationen ein ähnliches chemisches Verhalten. Solche orientierten Verwachsungen kennen wir z. B. bei Rutil und Eisenglanz, Disthen und Staurolith, bei ZnS und CuCl. Bei Übereinstimmung dreier Gitterdimensionen treten die orientierten Umwachsungen auf, z. B. bei $NaNO_3$ und $CaCO_3$.

Sind die Übereinstimmungen der Gitterdimensionen gut und liegt der Radienunterschied der einander ersetzenden Bausteine unterhalb 15% des kleinsten Radius, so ist die Möglichkeit einer Mischkristallbildung gegeben. Jedoch ergeben sich zwischen Strukturisomorphie und Mischungsisomorphie jeweils verschiedene Übergänge: z. B. können auf Grund der Dimensionsunterschiede zwei Substanzen sich bei niedriger Temperatur nur spurenhaft mischen, d. h. sie haben eine große Mischungslücke, liefern aber ausgezeichnet orientierte Verwachsungen. Als Beispiel sei die Verwachsung von Orthoklas mit Albit der jüngsten Pegmatite genannt. Bei hoher Temperatur jedoch kann der Fall eintreten, daß sie sich weitgehend oder schließlich lückenlos mischen, um dann bei abnehmender Temperatur entweder dieses Mischgitter in unterkühltem Zustand zu erhalten oder sich zu entmischen, was sich alsdann äußerlich durch Trübung der sonst klaren Kristalle bemerkbar macht. Hierfür sind als Beispiel die klaren Anorthoklase mancher Ergußgesteine zu nennen, andererseits die in den Graniten vorhandenen trüben Orthoklase: Es bilden sich im Wirtmineral orientierte Lamellen der entmischten reinen Gastsubstanz. Auch die Farbe vieler Mineralien ist durch isomorphe Vertretung zu erklären.

Bei sehr einfach gebauten Gittern geht eine Mischkristallbildung meist nur dann weit, wenn die Dimensionen *sehr* gut übereinstimmen. So sind z. B. Au und Ag unbeschränkt mischbar, Au und Pt dagegen nicht mischbar; oder FeS und CoS sind unbeschränkt miteinander mischbar, FeS und MnS dagegen kaum, während sonst Mn und Fe in komplizierteren Verbindungen sich weitestgehend vertreten. In komplizierteren Verbindungen treten nämlich auch bei größeren Dimensionsverschiedenheiten Mischungen ein, die schon früh zur Formulierung des Begriffes der *Masse*nisomorphie führten.

Relativ einfach und übersichtlich liegen die Verhältnisse noch bei den Olivinen $(Mg, Fe)_2SiO_4$ mit geringem Ni-Gehalt oder bei Zirkon $ZrSiO_4$ mit einem geringen Gehalt an Hf + Th oder bei den Mineralien Xenotim YPO_4 und Monazit $CePO_4$ mit ihren Gehalten an seltenen Erden. Diese *geringen* Beimengungen, die sich durch die geochemisch bedingte Ähnlichkeit der Genese erklären, haben zu dem Begriff der „Tarnung" geführt.

Bei den komplizierteren Silikatstrukturen gestalten sich die Isomorphieverhältnisse dadurch etwas freizügiger, daß in ihren Gittern, die wir zunächst als eine mehr oder weniger dichte Sauerstoffpackung anzusehen haben, in den entsprechenden Lücken die verschiedenen Kationen sich anordnen und die Toleranzgrenze der gegenseitigen isomorphen Vertretung in bezug auf den Ionenradius entsprechend heraufgesetzt erscheint. Obwohl die Größenunterschiede zwischen Si^{4+} und Al^{3+} nicht unwesentlich sind, können sich beide in dem ziemlich sperrigen Gitterbau von $NaAlSi_3O_8$ und $CaAl_2Si_2O_8$ gegenseitig isomorph vertreten. Dies trifft ebenfalls für den geringen Ba-Gehalt der Kalifeldspate zu.

Zur Formulierung sehr komplizierter Strukturen gleichen Gittertyps mit vielen, zum Teil isomorph sich vertretenden Ionen pflegt man deshalb nach F. Machatschki u. a. eine *Summenformel* anzugeben, auf die sich verschiedene Mineralien zwanglos dann bringen lassen, wenn für alle Elemente, die in den Gitterverband auf Grund der Ähnlichkeit ihrer Größenverhältnisse eintreten können, ein bestimmter Buchstabe angegeben wird. Zum Beispiel Summenformel: $X_3Y_2z_3O_{12}$ für Andradit $Ca_3Fe_2'''Si_3O_{12}$, für die Granate überhaupt: (Ca, Mg, Fe, Mn, Y)$_3$ (Al, Fe, Cr, Ti‴)$_2$ (Si, P, As)$_3$O$_{12}$ und für den damit strukturisomorphen Berzeliit: $(Ca_2Na)(Mn, Mg)_2As_3O_{12}$, wobei die X-Ionen 1,05 $\pm$ 0,1 A°, die Y-Ionen 0,75 $\pm$ 0,1 A°, und zwar 1-, 2-, 3-wertige Kationen, die z-Ionen 0,35 $\pm$ 0,1 A° groß sind. Ein weiteres Beispiel wäre die Zoisit-Epidot-Gruppe mit einer Summenformel $X_2Y_3z_3O_{12}$ (OH, F) und speziell mit (Ca, Sr, Pb, Mn, Ce)$_2$ (Al, Fe, Cr, Mn, Mg)$_3$ (Si, P, As, V)$_3$O$_{12}$ (OH, F).

Einen besonderen Gitterbau weist Beryll $Al_2Be_3Si_6O_{18}$ auf, in dessen weitlumigen Kanälen Alkali Platz findet bei Aufrechterhaltung des Valenzhaushaltes durch Nichtbesetzung von Be- und Al-Plätzen. Vergleichbar hiermit sind in gewisser Beziehung auch die Gitter der Zeolithe, Sodalithe und Ultramarine mit ihren „offenen" Strukturen, deren isomorphe Besonderheiten unter dem Begriff der „Einlagerungsstrukturen" zusammengefaßt werden. Die gitterenergetisch so interessante Frage, ob bei einfachem Bau die Gast*ionen* sich geordnet im Sinne eines Übergitters in den Wirtkristall einlagern, d. h. ob solche Mischkristalle ihr niedrigstes Energieniveau erreichen, wird sich wohl nur dann klären lassen, wenn als Gastionen solche mit *nicht* allzu ähnlichem Radius gewählt werden, damit im ungeordneten Zustand neben den durch den anderen Bau des Gastions bedingten elektrischen Störungen auch räumliche Störungen vorhanden sind, die zu einem Ausgleich drängen.

C. Dinger, W. Schütz, A. Kind, A. Dietzel: *Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit*

von feuerfesten Baustoffen bis zu hohen Temperaturen. Um die tieferen Zusammenhänge zwischen der Wärmeleitfähigkeit und den Eigenschaften des Porenraumes feuerfester Baustoffe weitgehend aufzuklären, werden systematische Untersuchungen mit einer Meßanordnung durchgeführt, die die Wärmeleitzahlen bis zu etwa 1400° genügend genau und schnell zu messen gestattet. Die Versuchseinrichtung entspricht einem *Hohlzylinderverfahren* mit Innenheizung und kalorimetrischer Wärmemengenmessung. 7 Prüfkörper, übereinander (50 mm Höhe, 20 mm Innen- und 80 mm Außendurchmesser), die mit einem Doppelbohrer aus Normalsteinen herausgebohrt werden, bilden den gesamten Versuchszylinder. Als Heizung dient ein in einem Sillimanitrohr von Kohlegrieß umgebener *Kohlestab*. Vor und hinter dem eigentlichen Kalorimeter befindet sich je eine Wasserkammer, so daß über die ganze Zylinderlänge die gleichen Voraussetzungen für einen radialen Wärmefluß gegeben sind und ein axialer Wärmeverlust für den als Meßkörper dienenden mittelsten Prüfzylinder nicht auftritt. Die Temperaturerhöhung des Kalorimeterwassers (zwischen 19 und 21°) wird mit genauen Thermometern gemessen. Die Thermoelemente (Pt/Pt-Rh und Ni/NiCr) zur Messung der Innen- und Außentemperatur sind in feinen Rillen auf der inneren bzw. äußeren Zylinderfläche der Prüfkörper parallel zur Achse angeordnet. Eine Durchrechnung der Fehlerquellen hat gezeigt, daß das Verhältnis der Lötstellenradien auf die erreichbare Genauigkeit der Ergebnisse maßgebenden Einfluß hat, worauf in den bisherigen Hohlzylinderverfahren nicht genügend geachtet ist, so daß dort diese Fehlerquelle in ihrer Größenordnung alle anderen übertrifft. Wegen der logarithmischen Beziehung darf das Verhältnis von Außen- zu Innenradius keinesfalls größer als 2,7 sein, im vorliegenden Fall wurde es auf 4 festgelegt. Der mögliche Fehler in der Radienmessung wirkt sich danach nur mit 1,4% aus.

Es werden die mittleren Werte für mehrere Temperaturintervalle bestimmt und daraus die wahren Werte durch Rechnung ermittelt. Dabei läßt sich die Abweichung der berechneten von der wahren Temperaturkurve sehr genau durch eine aufgestellte Summenformel errechnen. Der wahrscheinlichste Maximalfehler beträgt 3,5%. Die Bestimmung bis zu 1400° Innentemperatur läßt sich in einem Tage durchführen.

A. Dietzel: *Über die Wirkung von Titandioxyd in Gläsern, Glasuren und Emails.* Die Untersuchungen wurden hauptsächlich in den folgenden, auch praktisch bedeutsamen Richtungen durchgeführt. 1. Titandioxyd erhöht die Lichtbrechung des Glases noch stärker als z. B. PbO, so daß es gelingen muß, *Gläser von hohem Glanz und „Feuer"* ähnlich dem Bleikristallglas damit herzustellen. Die Schwierigkeiten lagen jedoch darin, daß TiO_2 mit dem in Gläsern üblicherweise vorhandenen Eisenoxyd gelbfärbende Verbindungen bildet; dies konnte durch Verwendung reiner Rohstoffe, oxydierende Schmelzweise und Herabsetzung der Schmelztemperatur bei entsprechender Abänderung der Glaszusammensetzung auf ein durchaus erträgliches Maß herabgemindert werden. Weiterhin zeigte sich, daß solche Gläser mit 10% oder 20% TiO_2 (deren Lichtbrechung derjenigen eines 20- bzw. 40proz. Bleiglases gleichkommt) wegen ihrer Härte sich schwer feinschleifen und säurepolieren lassen; auch hier muß die Art der Schleifscheibe und das Flußsäurebad dem neuen Glas angepaßt werden, was im Rahmen der Versuchsgläser auch gelang. 2. Die Gelb- bis Braunfärbung des Glases durch Eisenoxyd und Titandioxyd wurde näher untersucht, insbesondere in der Richtung, sie bei der Herstellung *brauner Flaschen* nutzbar zu machen; hierfür verwendet man nämlich in Deutschland heute noch vorwiegend Braunstein mit Eisenoxyd zusammen. Es gelang im Laboratoriumsmaßstab, auch bei den alkaliarmen Gläsern vom Owenstyp brauchbare Farbtöne zu erzielen. 3. Schmilzt man TiO_2 in Emails ein, so steigt die *chemische Widerstandsfähigkeit* beachtlich an. Die *Trübung* mit TiO_2 gelang bisher im allgemeinen nur sehr mangelhaft, weil die Löslichkeit zu groß war und das gelöste TiO_2 zur Bildung brauner Mißfärbungen führt. Systematische Untersuchungen ergaben, daß besonders die Tonerde die Löslichkeit und deren Temperaturabhängigkeit stark beeinflußt. Es wurde deshalb eine besondere Schmelze mit hohem Tonerde- und TiO_2-Gehalt hergestellt, in der sich beim Tempern das TiO_2 beinahe vollständig als Rutil ausschied. Diese wurde fein vermahlen und ergab so ein Trübungsmittel, das viel stärker trübt als das reine TiO_2 und praktisch nicht gilbt.

W. Eitel, H. O. Müller und O. E. Radczewski: *Übermikroskopische Untersuchungen an Tonmineralien. Zusammenfassung:* Angesichts des Umstandes, daß die Bestandteile der Tone, welche den chemisch bedeutendsten Teil ausmachen, unterhalb des Auflösungsvermögens des Lichtmikroskops liegen, müssen durch Anwendung höher auflösender Instrumente neue Kenntnisse über die Tonwerkstoffe gewinnbar sein. Das nach dem Prinzip des zweistufigen magnetischen Elektronenmikroskops arbeitende Übermikroskop erfüllt die Bedingung höheren Auflösungsvermögens und ermöglicht gleichzeitig eine rasche Untersuchung zahlreicher Objekte in durchfallender Strahlung bei Temperaturen, die keine Änderung der Tonobjekte verursachen, so daß die erhaltenen Bilder mit denen des Lichtmikroskops unmittelbar vergleichbar sind.

Mit diesem Instrument wurden verschiedene Tone (Zettlitzer Kaolin, synthetischer Kaolin nach Noll und Pholerit) untersucht. Dabei wurden die feinsten Teilchen abgeschlämmt und in wäßriger Aufschwemmung auf den Trägerfilm aufgebracht. Es zeigen sich hexagonale Blättchen des Kaolinminerals, neben denen beim synthetischen Kaolin Relikte der Ausgangsstoffe gefunden werden. Weiterhin wurden Proben auf 450°, 500° und dann weiter um je 100° steigend bis 1200° erhitzt. Die übermikroskopischen Bilder zeigen, daß mit steigender Brenntemperatur bei allen untersuchten Tonen die scharfkantige Umrandung der Kristalle sich „aufzufransen" beginnt und feinkörniges Material auftritt, welches die Absprengungstrümmer bei der Aufblätterung darstellt. Auch bei höheren Temperaturen bleibt die Gestalt einzelner hexagonaler „Metakaolin"-Blättchen zunächst noch erhalten, so daß der Eindruck von „Entwässerungs-Pseudomorphosen" entsteht. Erst bei Temperaturen über 800° zerfallen diese vollständig zu feinpulverigen Produkten, die bei weiterer Temperatursteigerung unter Kornvergröberung rekristallisieren. Bei den höchsten Temperaturen tritt schließlich eine Sinterung und Neubildung kristallisierten Aluminiumsilikats ein. Die Temperaturen, bei denen die geschilderten charakteristischen Veränderungen eintreten, liegen beim Zettlitzer Kaolin höher als beim synthetischen Kaolin und beim Pholerit. Die gewonnenen Ergebnisse führen die bisherige Kenntnis widerspruchslos auch in die Gebiete der kleinsten Bestandteile der Tone hinein und vervollständigen damit die Gesamtkenntnisse.

L. Tscheischwili: *Neue Ergebnisse aus der Untersuchung des Metakaolingebietes.* Die vorliegende Untersuchung geht von dem Grundgedanken aus, die Ent-

wässerungsprodukte des Kaolinits auf die Anwesenheit freier γ-Tonerde mit Hilfe der spezifischen Fluorescenzreaktion mit alkoholischer Morinlösung zu prüfen. Während ungeglühter Kaolin, Mullit und Sillimanit, sowie Korund mit diesem Reagens keine Fluorescenz zeigen, ergibt γ-Tonerde eine ausgesprochene intensive Fluorescenz.

Als Ausgangsprodukte wurden Zettlitzer Kaolin, ein synthetischer Kaolin von W. NOLL, und Pholerit verwendet; Proben dieser Stoffe wurden auf verschiedene Temperaturen erhitzt, mit alkoholischer Morinlösung versetzt, und alsdann das Adsorptionsprodukt durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht zur Fluorescenz angeregt. Die Fluorescenzstrahlung wurde ferner spektrographisch aufgenommen und die erhaltenen Spektrogramme photometriert.

Bis 400° zeigte Zettlitzer Kaolin nur eine verschwindend geringe Fluorescenz; die Intensität der Fluorescenz nimmt bei den Präparaten, die bis auf 700° erhitzt wurden, langsam zu. Das Präparat von 800° zeigt unvermittelt eine starke Fluorescenz; bei noch höheren Temperaturen erhitzte Präparate zeigten wieder schnell abfallende Fluorescenz. Grundsätzlich gleich verhielt sich auch der synthetische Kaolin sowie der Pholerit; nur der synthetische Kaolin weist schon unterhalb 500° eine gewisse Fluorescenz auf, welche auf die Bildung von γ-Tonerde aus nicht vollständig umgesetzten Tonerdehydraten zurückzuführen ist. Die Fluorescenzkurven zeigen 4 Abschnitte: 1. das Gebiet der Eigenfluorescenz des Kaolins, welches bis zum Verlust des Wassers, also bis etwa 500° reicht; 2. das Gebiet der Eigenfluorescenz des Metakaolins, welches bis 700° reicht; 3. das Gebiet des vollständigen Zerfalls des Metakaolins in SiO_2 und γ-Tonerde; 4. das Gebiet der Aluminiumsilikatbildung oberhalb 800°.

Das Entwässerungsprodukt des Kaolinits kann nicht als ein Gemenge von freier Kieselsäure und γ-Tonerde aufgefaßt werden; reines γ-Al_2O_3, welches aus dem Hydrat dargestellt ist, hat maximale Fluorescenzintensität schon bei 500°, diese nimmt dann bei weiterer Temperaturerhöhung sehr stark ab und ist bei 900° verschwunden. Demgegenüber ist der Metakaolin bei 800° zerfallen, und die gebildete freie γ-Tonerde zeigt nunmehr die stärkste Oberflächenentwicklung und damit Fluorescenz. Die Verringerung der Fluorescenz mit steigender Temperatur ist lediglich auf die Kornvergröberung zurückzuführen. Im Metakaolin kann jedenfalls keine freie γ-Tonerde vorliegen; vielmehr ist die Tonerde mit Kieselsäure noch in einer losen Verbindung enthalten, welche geringe Fluorescenz aufweist.

Eingehende Röntgenuntersuchungen in streng monochromatischem Licht erwiesen, daß die Entwässerung des Kaolinitkristalls bei 500° nicht etwa unter sofortiger Zerstörung des Gittergefüges erfolgt, sondern ein gradueller Abbau mit steigender Temperatur, unter Erhaltung der Basisebene stattfindet. Demzufolge bleiben einige charakteristische hk0-Interferenzen bis zu etwa 800° erhalten. Diese Tatsache stützt die Vermutung, daß die SiO_4-Netzebenen im wesentlichen erhalten bleiben, wenn auch ein Aufblättern und Zerfallen der größeren Einkristalle in kleinere Trümmer dabei stattfindet. Die Tonerde, welche im Kaolinit in Koordination AlO_6 vorliegt, müßte nach dieser Vorstellung in eine AlO_4-Koordination übergehen, die naturgemäß instabil ist und bei vermehrter thermischer Bewegung in die stabile Koordination AlO_6 in Gitter von γ-Al_2O_3 überzugehen bestrebt ist. Mit diesem Übergang ist alsdann der charakteristische Zerfall in SiO_2 und γ-Al_2O_3 verbunden, bzw. die maximale Morin-Fluorescenz-Reaktion.

Über einige Bruchstücke beim Zerplatzen des Thoriums.

Von O. HAHN, F. STRASSMANN und S. FLÜGGE, Berlin-Dahlem[1].

In einer der ersten Mitteilungen von HAHN und STRASSMANN[2] über die Uranzerspaltung durch Neutronen wurde neben der Tatsache, daß auch das Thorium — und zwar durch schnelle Neutronen — in leichtere Atome zerspalten wird, auf die damals seltsam erscheinende Beobachtung hingewiesen, daß offensichtlich mehrere der Spaltungsbruchstücke beim Uran und beim Thorium gleich sind. Es handelte sich um die Barium- und die daraus entstehenden Lanthan-Isotope. Es wurde damals als wünschenswert hingestellt, nachzusehen, ob das beim Uran nachgewiesene sehr charakteristische Barium-Isotop von 300 Stunden Halbwertszeit auch aus dem Thorium entsteht. Außerdem wurde auf die Unstimmigkeit hingewiesen, daß beim Uran ein Barium von 86 Minuten Halbwertszeit gefunden wurde, während dem seinerzeit von MEITNER, STRASSMANN und HAHN[3] beim Thorium beschriebenen Ra-, nunmehr Ba-Isotop, eine Halbwertszeit von 3,5—4 Stunden zugeschrieben worden war. In der Zwischenzeit haben experimentelle Ergebnisse[4] und auch theoretische Überlegungen[1] es sehr wahrscheinlich gemacht, daß bei der Mannigfaltigkeit der bei den Spaltungsprozessen auftretenden Elemente und ihrer vielen Isotope, die nachweisbaren Spaltprodukte, etwa aus $_{92}$Uran 239, $_{92}$Uran 236 und $_{90}$Thor 233, im wesentlichen die gleichen sein sollten. Insbesondere haben ATEN, BAKKER und HEYN auch beim Thorium ein 87-Minuten-Barium gefunden[2]. L. MEITNER[3] hat allerdings beim Thorium auch zwei Körper gefunden, die bisher beim Uran noch nicht festgestellt werden konnten.

Es schien uns von Interesse, die obige Frage über das Barium von 300 Stunden zu prüfen, und die Unstimmigkeit, das 86-Minuten-Barium betreffend, aufzuklären. Wir konnten dies für das langlebige Barium und einige andere Spaltprodukte durch die liebenswürdige Hilfe des BOHRschen Institutes in Kopenhagen[4], für das 86-Minuten-Barium durch die freundliche Hilfe des Hochspannungslaboratoriums der Auer-

[1] Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem. Eingegangen am 21. Juli 1939.

[2] O. HAHN und F. STRASSMANN, Naturwiss. **27**, 94 (1939).

[3] L. MEITNER, F. STRASSMANN, O. HAHN, Z. Physik **109**, 538 (1938).

[4] F. A. HEYN, A. H. W. ATEN jun., C. J. BAKKER, Nature (Lond.) **143**, 516 (1939); — E. BRETSCHER u. L. G. COOK, Nature (Lond.) **143**, 559 (1939). — L. MEITNER, Nature (Lond.) **143**, 637 (1939).

[1] Vor allem Bemerkungen von N. BOHR auf einer Diskussionstagung in der Royal Institution in London am 23. Juni 1939.

[2] ATEN, BAKKER u. HEYN, Nature (Lond.) **143**, 679 (1939).

[3] L. MEITNER, Nature (Lond.) **143**, 637 (1939).

[4] Den Herren Dr. BJERGE, Dr. KOCH und K. J. BROSTRÖM danken wir auch an dieser Stelle herzlich für die Bestrahlung unseres Präparats.

Gesellschaft[1] durchführen; uns selbst standen dafür keine genügend starken Strahlenquellen zur Verfügung.

1. *Das 300-Stunden-Barium aus Thorium.*

Etwa 4 g des radiothorarmen Thoriums unseres Instituts wurden am 8. Mai in Kopenhagen insgesamt 5 Stunden lang mit den unverlangsamten Neutronen aus der Reaktion des Lithiums mit 780 keV Deuteronen von 40 mA Stromstärke bestrahlt. Die chemische Verarbeitung des bestrahlten Präparats wurde einen Tag später in Berlin vorgenommen. Nach Zugabe von 1 g Barium zu der Thorlösung wurde das Barium abgeschieden und gereinigt, nachdem vorher die mit Schwefelwasserstoff fällbaren Körper abgetrennt waren. Dann wurden vier fraktionierte Kristallisationen von Bariumchromat durchgeführt, wobei, wie bekannt, die in dem Thorium vorhandenen Radium-Isotope, nämlich Msth 1 und Thor X in den ersten Kristallen stark angereichert werden, während das beim Spaltungsprozeß gebildete aktive Barium natürlich keine Anreicherung gegenüber dem inaktiven Barium erfährt. Die auf gleiche Gewichtsmengen umgerechneten Aktivitätskurven der vier Fraktionen, sind in der Fig. 1 wiedergegeben (Fig. 1). Die gezeichneten Kurven beginnen erst 100 Stunden nach der Fraktionierung. Nach dieser Zeit sind sowohl das Msth 1 als auch das Th X als auch das 300-Stunden-Barium mit ihren Folgeprodukten im Gleichgewicht, so daß die Kurven von da ab nur noch die Überlagerung dreier einfacher, exponentiell zerfallender Substanzen darstellen, nämlich von Msth 1 mit der sehr langen Halbwertszeit von 6,7 a, von Th X mit 3,64 d und von Ba mit 300 Stunden. Die erste Fraktion enthält dabei die beiden Ra-Isotope in so überwiegender Menge, daß die Ba-Aktivität eine nahezu zu vernachlässigende Korrektur bedeutet. Man kann daher leicht aus dieser einen Kurve das Mischungsverhältnis von Msth 1 zu Th X bestimmen. In den folgenden Kurven muß das Mischungsverhältnis erhalten bleiben, ebenso darf die Aktivität des Bariums sich nicht ändern, da ja alle Kurven auf gleiche Gewichtsmengen bezogen sind. Die eingezeichneten Kurven wurden berechnet nach der Formel

$$\text{Aktivität} = R\,(e^{-\lambda_{\mathrm{ThX}} t} + 0{,}1475\, e^{-\lambda_{\mathrm{Msth\,1}} t}) + 60 \cdot e^{-\lambda_{\mathrm{Ba}} t}$$

worin also R ein Maß für die Menge der vorhandenen Ra-Isotope ist. Die sich für die 4 Kurven ergebenden R-Werte sind in Fig. 1 angeschrieben; sie zeigen deutlich die starke Abnahme der Ra-Menge von Fraktion zu Fraktion[2]. Die Übereinstimmung der berechneten Kurven mit den experimentell gefundenen Werten ist so gut, daß damit nicht nur das Entstehen eines langlebigen Bariums aus dem Thorium bewiesen ist, sondern auch die Gleichheit der Halbwertszeit der langlebigen Barium-Isotope aus Uran und aus Thor.

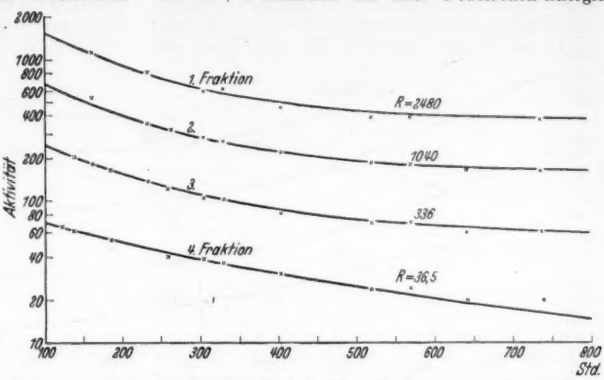


Fig. 1. 300-Stunden-Barium; fraktionierte Trennung von den Radium-Isotopen Msth 1 + Th X:
R ist ein Maß für die Menge der vorhandenen Ra-Isotope.

2. *Das 86-Minuten-Barium aus Thorium.*

Ungefähr 10 g Thorium wurden 2 Stunden lang mit den unverlangsamten Neutronen aus der oben genannten Li + D-Reaktion bei einer Deuteronen-Energie von ungefähr 500 keV bestrahlt. Die Verarbeitung auf das Barium geschah 2 Stunden später in ähnlicher Weise wie vorher beschrieben. Wiederum wurden vier fraktionierte Kristallisationen der Bariumchromate durchgeführt. Für die Abwesenheit von Strontium war, wie auch in dem vorhergehenden Versuch, gesorgt (Fig. 2). Die Fig. 2 gibt den anfänglichen Zerfall

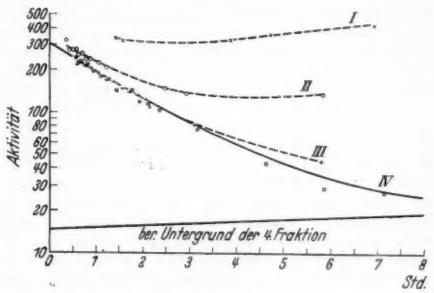


Fig. 2. 86-Minuten-Barium; fraktionierte Trennung von den Radium-Isotopen Msth 1 + Th X:
86-Minuten-Barium aus Thor.

der vier Fraktionen, auf gleiche Gewichtsmengen Barium umgerechnet. Man sieht auf den ersten Blick, daß die 3. und vor allem die 4. Fraktion im wesentlichen einen schnell zerfallenden Körper enthalten, während die an Radium-Isotopen reichere 1. und 2. Fraktionen einen ganz anderen Aktivitätsverlauf haben. Zur genauen Auswertung der Kurven ist wieder die Kenntnis der von den beiden Radium-Isotopen herrührenden Aktivität notwendig, außerdem aber auch die Menge des 300-Stunden-Bariums, das sich bei der

[1] Hier gebührt unser aufrichtiger Dank den Herren Dr. BORN und Dr. ZIMMER.

[2] Die zweite Kurve wurde mit einer erheblich größeren Menge gemessen als die anderen Kurven, so daß die ersten Meßpunkte ziemliche Korrekturen infolge der begrenzten Auflösung des Zählwerks erforderten. Es ist möglich, daß der kleine Unterschied zwischen der berechneten Kurve und den Meßpunkten am Anfang durch Fehler in dieser Korrektur bedingt ist.

2stündigen Bestrahlung des Thors ja ebenfalls, wenn auch gegenüber dem schneller zerfallenden Barium, in kleiner Menge gebildet hat (Fig. 3). Die Fig. 3 zeigt den für diese genauere Auswertung der Anfangskurven notwendigen weiteren Verlauf der Aktivitäten der vier Fraktionen. Ihre Auswertung geschah in völlig gleicher Weise wie die der Fig. 1; aus der obersten

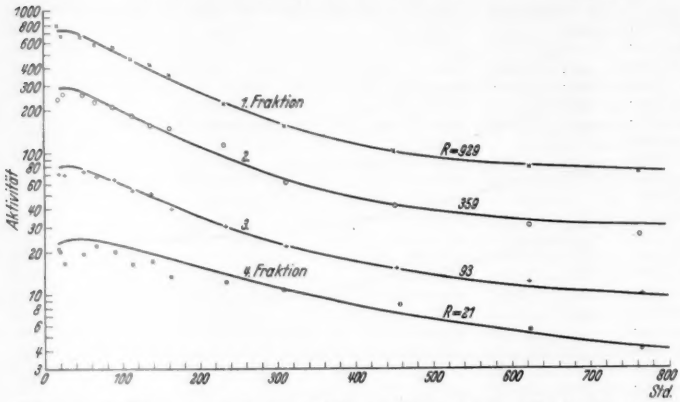


Fig. 3. Weiterer Verlauf des 86-Minuten-Versuchs: 300-Stunden-Barium. Das 300-Stunden-Barium als Restaktivität des 86-Minuten-Bariums-Versuchs.

Kurve, deren Aktivität bis auf eine kleine Korrektur nur von den beiden Radium-Isotopen herrührt, wurde das Mischungsverhältnis von Th X und Msth 1 bestimmt. Alle vier Kurven lassen sich gut durch die Formel darstellen:

$$\text{Aktivität} = R\,(e^{-\lambda_{\text{ThX}}t} + 0{,}0736\,e^{-\lambda_{\text{Msth1}}t}) + 15\cdot e^{-\lambda_{\text{Ba}}t}.$$

Die Konstante R ist wiederum ein Maß für die Menge der vorhandenen Radium-Isotope; ihre Werte für die vier Fraktionen sind in Fig. 3 an die Kurven angeschrieben. Von Fraktion zu Fraktion werden die Radium-Isotope etwa um den Faktor 3 schwächer, während stets die gleiche Menge Barium anwesend bleibt.

Die drei langlebigen Körper Th X, Msth 1 und das 300-Stunden-Barium sind erst nach etwa 100 Stunden im Gleichgewicht mit ihren Zerfallsprodukten. Um für den in Fig. 2 dargestellten Anfang des Aktivitätsverlaufs den nicht vom kurzlebigen Barium herrührenden Untergrund abzuziehen, kann man daher nicht einfach nach der obigen Formel extrapolieren, sondern muß den zum Th X gehörigen Th B-Anstieg, den zum Msth 1 gehörigen Msth 2-Anstieg, sowie den zum 300-Stunden-Barium gehörigen 36 Stunden-Lanthan-Anstieg berücksichtigen. Für den Lanthan-Anstieg wurde diese Korrektur auf Grund einer früher mit einem reinen Bariumpräparat (aus Uran) gemessenen Anstiegskurve vorgenommen; für die Folgeprodukte der beiden Radium-Isotope erfolgte die Korrektur rechnerisch unter der (natürlich sehr rohen) Annahme gleicher Durchdringbarkeit der β-Strahlen von Mutter- und Tochtersubstanzen. Wegen der Ungenauigkeit, mit der diese rechnerischen Korrekturen notwendig behaftet sind, wurde die Rechnung nur für die 4. Fraktion durchgeführt, die die kleinste Radiummenge enthält. Der hier erhaltene Untergrund ist in Fig. 2 eingezeichnet; die ausgezogene, mit IV bezeichnete Kurve, wurde erhalten durch Hinzufügung eines 86-Minuten-Abfalls zu diesem Untergrund.

Die Übereinstimmung dieser berechneten Kurve mit dem beobachteten Aktivitätsverlauf ist vorzüglich. Insbesondere sieht man, daß sich in dem Zeitbereich von etwa 20 Minuten (Fig. 2) bis 800 Stunden (Fig. 3) die empirischen Ergebnisse durch das 86-Minuten-Barium und das 300-Stunden-Barium *allein* völlig darstellen lassen. Sollten also bei der Zerspaltung des Thoriums-Kerns noch weitere, beim Uran nicht erhaltene Barium-Isotope auftreten, so müßten diese entweder mit sehr geringer Ausbeute erzeugt werden oder viel kürzere oder längere Halbwertszeiten besitzen.

Wenn wir uns fragen, wieso bei der oben zitierten Arbeit von MEITNER, STRASSMANN und HAHN die Halbwertszeit für das damals für Radium gehaltene 86-Minuten-Barium mit 3,5—4 Stunden gefunden wurde, so ist dazu folgendes zu sagen: Die guten Abfallskurven (etwa III und IV der Fig. 2) konnten erst erhalten werden, nachdem die Bariumnatur der Substanz erkannt war und der größte Teil der störenden Radium-Isotope (Msth 1 und Th X) durch eine fraktionierte Kristallisation von dem Barium abgetrennt werden konnte. Aber auch die fraktionierte Trennung des Radiums vom Barium ermöglicht für das Barium noch keine eindeutigen Ergebnisse, wenn letzteres selbst kaum mehr als 20—30 Teilchen pro Minute Anfangsaktivität hat. Diese schwache Aktivität ist der Grund, daß HAHN und STRASSMANN[1] bei ihren ersten Thoriumversuchen, trotz fraktionierter Kristallisation, noch nicht die richtige Halbwertszeit des 86-Minuten-Bariums feststellen konnten. Bei Verwendung der stärkeren Strahlenquelle ließ sich eine solche Bestimmung, wie die Fig. 2 zeigt, leicht durchführen.

3. *Der komplexe* 66-*Stunden-Körper und das Jod von* 2,3 *Stunden Halbwertszeit.*

Das in Kopenhagen bestrahlte Thorium wurde außer auf das 300-Stunden-Barium auch auf den 66-Stunden-Körper und sein Umwandlungsprodukt untersucht.

In einer vor kurzem erschienenen Mitteilung[2] wurde der Nachweis erbracht, daß der bei der Spaltung des Urans entstehende, früher für das Eka-Iridium gehaltene 66-Stunden-Körper komplex ist. Er besteht aus einem, das 2,3-Stunden-Jod nachbildenden Tellur-Isotop, was vorher auch schon von anderer Seite festgestellt war[3], und einem Molybdän-Isotop. Das Tellur und das Molybdän haben innerhalb der Versuchsfehler die gleiche Halbwertszeit. Die chemische Trennung dieser beiden Elemente gelingt z. B. durch Fällung des Tellurs aus 17proz. Salzsäure durch Schwefel-

[1] O. HAHN u. F. STRASSMANN, Naturwiss. **27**, 93 (1939).

[2] O. HAHN u. F. STRASSMANN, Naturwiss. **27**, 451 (1939).

[3] PH. ABELSON, Physic. Rev. **55**, 418 (1939). — N. FEATHER u. E. BRETSCHER, Nature (Lond.) **143**, 516 (1939).

dioxyd und darauffolgende Fällung des Molybdäns mit Schwefelwasserstoff. Beim Thorium wurde entsprechend gearbeitet. Die schwach saure Thoriumlösung wurde mit 100 mg Blei- und je 10 mg Wismut- und Zinn-Ion versetzt und dann wurden Blei, Wismut und Zinn mit Schwefelwasserstoff quantitativ gefällt, filtriert und mit gelbem Schwefelammonium digeriert. Auf diese Weise gelingt es, die künstlich-radioaktiven Substanzen, die mit Schwefelwasserstoff fällbar sind, von Blei und Wismut bzw. von ihren radioaktiven Isotopen Th B und Th C abzutrennen. Die Lösung des Sulfostannats mit den künstlich aktiven Substanzen wurde schwach angesäuert. Das ausgeschiedene Zinnsulfid wurde in starker Salzsäure gelöst; zur Lösung wurden etwa 10 mg Tellur als tellurige Säure gegeben und der Salzsäuregehalt der Lösung auf 17% gebracht. Aus dieser Lösung wurde Tellur durch einen Schwefeldioxydstrom gefällt. Im Filtrat wurden nach Beseitigung des Schwefeldioxyds und nach Verdünnen auf $\sim$ 0,3 n-Salzsäure die restlichen, künstlich aktiven Substanzen mit Zinn als Träger durch Schwefelwasserstoff gefällt. Die erhaltenen Kurven sind in der Fig. 4 wiedergegeben.

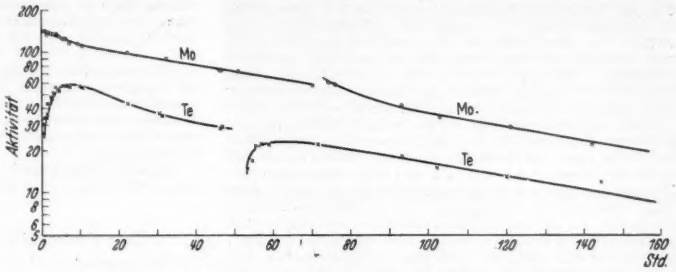


Fig. 4. Die beiden 66-Stunden-Körper, Molybdän und Tellur.

Ganz analog wie beim Uran nimmt das aus starker Salzsäure gefällte Tellur während mehrerer Stunden zu, um schließlich mit rund 66 Stunden Halbwertszeit abzunehmen. Es liegt hier also zweifellos das Tellur von 66 Stunden und das daraus entstehende Jod von 2,3 Stunden Halbwertszeit vor. Direkt bewiesen wurde dies noch dadurch, daß man dieses nachgebildete Jod aus dem einen 66-Stunden-Körper abdestillieren konnte, wie dies an anderer Stelle[1] für das entsprechende Präparat aus Uran beschrieben ist. Das Tellur nimmt dann wieder entsprechend zu (s. Fig. 4). Die mit Zinn als Träger ausgefällte Substanz wurde zwar nicht, wie dies bei den entsprechenden Versuchen beim Uran geschah, als Molybdän nachgewiesen, doch zeigt sie keine Eigenschaften, die denen des Molybdäns widersprechen. Die Aktivität nimmt im Gegensatz zu der Telluraktivität vom Beginn der Messung an ab entsprechend der Molybdänaktivität aus dem Uran. Ein Versuch, nach mehreren Stunden aus dem Präparat Jod abzudestillieren, hatte, wie auch beim Uran, ein negatives Ergebnis. Auch ohne einwandfreien chemischen Nachweis darf man also diesen Körper als Molybdän ansprechen. Die Aktivität sowohl des Tellurs wie die des Molybdäns nimmt beim Thorium wie beim Uran mit $\sim$ 66 Stunden Halbwertszeit ab. Beim Thorium ist in den ersten Stunden der Messung des Tellurs und des Molybdäns eine geringe, schneller abnehmende Aktivität zu beobachten. Ob es sich hier um eine der schon von L. Meitner beobachteten Substanzen handelt, die bei der Bestrahlung des Urans nicht entstehen[1], können wir bisher nicht entscheiden.

Zusammenfassung: Außer dem schon früher festgestellten 14-Minuten-Barium wurden beim Thorium noch folgende schon vom Uran her bekannte Spaltungsprodukte nachgewiesen: Barium von 300 Stunden und 86 Minuten, Jod von 2,3 Stunden aus Tellur von 66 Stunden und Molybdän von $\sim$ 66 Stunden. Ein früher vermutetes 4-Stunden-Barium-Isotop tritt nicht auf.

[1] O. Hahn u. F. Strassmann, l. c. S. 452.

[1] L. Meitner, l. c.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über das Verhalten von Kristalldetektoren bei sehr kurzen elektromagnetischen Wellen.

Nach Versuchen von C. E. Cleeton und N. H. Williams [Physik. Z. **50**, 1091 (1936)], A. Esau u. G. Bäz [Physik. Z. **38**, 774 (1937)], H. Richter [Z. Hochfrequenztechnik **51**, 10 (1938)], J. Rottgardt [Z. techn. Physik **18**, 262 (1938)] ist ein Nachweis von elektromagnetischen Wellen mit Wellenlängen unterhalb 30 mm mit Hilfe von Kristalldetektoren möglich. Eigene Beobachtungen beim Nachweis von ungedämpften Wellen bis 9 mm Wellenlänge mit Wolfram-Silizium-Defektoren scheinen darauf hinzuweisen, daß die Empfindlichkeit der Detektoren unterhalb 15 mm Wellenlänge abnimmt. Die Annahme des Vorhandenseins einer Sperrschicht endlicher Dicke beim Kristalldetektor und damit endlicher Laufzeiten der Elektronen innerhalb der Sperrschicht, lassen ein solches Absinken erwarten. Zur Prüfung der Frage nach dem Wellenlängengebiet, in dem der Gleichrichtereffekt normaler Kristalldetektoren praktisch verschwindet, wurde die Einwirkung der langwelligen Strahlung der Quarz-Quecksilberlampe auf Wolfram-Silizium-Detektoren untersucht. Das langwellige Spektrum der Quarz-Quecksilberlampe ist aus den Rubensschen Messungen (Berl. Ber. **1921**, 8) sowie neueren Untersuchungen [B. Koch, Ann. Physik **33**, 335 (1938)] hinreichend genau bekannt. Als Strahlungsquelle diente eine Quarz-Quecksilberlampe (Osram Hg Q 500), deren Strahlung mit amorphem Quarz, Paraffin und schwarzem Papier oder einer einfachen Quarz-Linsen-Methode gefiltert wurde, so daß die beiden langwelligen Hauptemissionsgebiete bei 220 μ und 310 μ etwa in gleicher Intensität vorhanden waren. Zur Messung der Intensität der Strahlung diente eine Vakuum-Thermosäule mit Zernike-Galvanometer (Type ZC), deren Empfangsbleche mit einer Mischung von Glaspulver und Schellack für das langwellige Gebiet geschwärzt waren. Die verwendeten Wolfram-Silizium-Detektoren waren als kleine Lecher-Systeme ausgebildet, zwischen deren als Federn dienenden Drähten Kristall- und Wolframspitzen unter Vermeidung störender Reflexionsstellen angeordnet waren. Bei dem kleinsten für die vorliegenden Untersuchungen hergestellten Detektor waren die wesentlichen Dimensionen der Kristalle etwa 0,3—0,5 mm, der Durchmesser der Detektorspitze etwa 0,1 mm und ihre Länge 0,5—0,7 mm, die Länge der zur Haltung des Detektors verwendeten Lecher-Drähte war 4 mm. Die verwendeten Detektoren

waren in einem doppelwandigen Kupfergefäß mit Fenster untergebracht und an ein Zernike-Galvanometer der Type Zb angeschlossen. Die Lampe wurde mit Hilfe eines Metallhohlspiegels im Verhältnis 4:1 verkleinert in der Ebene der Detektorspitzen abgebildet.

Beim Bestrahlen des Detektors mit der ungefilterten Strahlung der Quarz-Quecksilberlampe trat ein kräftiger Effekt auf, der sich jedoch beim Filtern der Strahlung mit SCHOTTschen Glasfiltern als ein im Ultraviolett und Sichtbaren, möglicherweise auch im kurzwelligen Ultrarot auftretender Photoeffekt erwies. Beim Filtern mit amorphen Quarz und schwarzem Papier, war kein mit der beschriebenen Anlage sichtbarer Gleichrichtereffekt zu beobachten, dagegen lieferte die Vergleichsthermosäule bei Verwendung der gleichen Lampe Ausschläge der Größenordnung 5 bis 10 mm. Da diese Messungen mit verschiedenen Detektoren und verschiedener Einstellung ein- und desselben Detektors ausgeführt wurden, überdies die Empfindlichkeit der Detektoren vor jedem Versuch mit einem Magnetronsender von 40 mm Wellenlänge nachgeprüft wurde — wobei durch Versuche bekannt war, daß ein bei 40 mm Wellenlänge eingestellter Detektor bis ins Millimetergebiet empfindlich war — so legen die Beobachtungen den Schluß nahe, daß im Wellenlängengebiet von 0,1—0,4 mm Wellenlänge der Gleichrichtereffekt der Wolfram-Silizium-Kombination praktisch verschwunden ist. Da der Wolfram-Silizium-Detektor eine in dem zur Zeit zugänglichen Gebiet der Zentimeter- und Millimeterwellen besonders brauchbare Kombination bildet, so darf der aus unseren Versuchen gezogene Schluß mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit allgemein für derartige Gleichrichteranordnungen ausgesprochen werden. Praktisch besagt dies, daß beim Arbeiten im kurzwelligsten Gebiet nur noch thermische Nachweisgeräte verwendbar sind.

Berlin-Adlershof, Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, den 29. Dezember 1938.

H. KLUMB. B. KOCH.

Die Sekundärelektronenemission reiner Metalle im ungeordneten und geordneten Zustand.

Die Abhängigkeit der Ausbeute S/P der Sekundärelektronen (S Sekundärelektronenstrom, P Primärelektronenstrom) von der Kristallstruktur läßt sich besonders gut an Metallschichten studieren, die aus dem Dampfzustand auf einer gekühlten (83° abs.) Oberfläche im Hochvakuum kondensiert wurden. Solche Schichten befinden sich bei tiefer Temperatur im ungeordneten Zustand und gehen bei Temperaturerhöhung bis Zimmertemperatur irreversibel in den geordneten Zustand über, wobei ihre elektrische Leitfähigkeit auf das Vielfache und ihr Lichtreflexionsvermögen beträchtlich ansteigt [vgl. R. SUHRMANN u. W. BERNDT, Naturwiss. 25, 457 (1937), sowie die dort zitierte ältere Literatur].

Um den Einfluß der zunehmenden Gitterordnung auf die Sekundäremission zu untersuchen, wurde S/P in Abhängigkeit vom Beschleunigungspotential der Primärelektronen im ungeordneten Zustand nach dem Aufdampfen bei 83° abs., und im geordneten nach dem Erwärmen auf Zimmertemperatur, bei 83° abs. und bei 293° abs. gemessen. Bei jedem der untersuchten Metalle (Cu, Ag, Au) wurde ein Einfluß festgestellt, dahingehend, daß die Ausbeute im ungeordneten Zustand größer war als im geordneten.

Wurde auf eine geordnete Schicht bei 83° abs. wieder eine neue Metallschicht aufgedampft, so zeigte diese bei tiefer Temperatur die höhere Ausbeute des ungeordneten Zustandes; nach dem Erwärmen auf Zimmertemperatur und Wiedereinkühlung erhielt man die geringere Ausbeute des geordneten Zustandes. Die auf eine geordnete Metallschicht bei tiefer Temperatur neu aufgedampfte Schicht kondensiert also, wegen der verminderten Temperaturbewegung, im ungeordneten Zustand, ein Ergebnis, das von vornherein nicht zu erwarten war. Im geordneten Zustand lagen die Ausbeutekurven bei Au am höchsten in der Reihenfolge Cu, Ag, Au. Es ist beabsichtigt, das Durchdringungsvermögen für Sekundärelektronen im ungeordneten und geordneten Zustand durch Aufdampfen auf eine sensibilisierte Schicht hoher Ausbeute näher zu erforschen.

Breslau, Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule und der Universität, den 17. Juli 1939.

R. SUHRMANN. W. KUNDT.

Die Beeinflussung der Sekundärelektronenemission reiner Metalle bei 83° und 293° abs. durch adsorbierten Sauerstoff.

Bei der Untersuchung des Sauerstoffeinflusses auf die Sekundäremission von reinen, im Hochvakuum aufgedampften Metallschichten (Cu, Ag, Au) beobachteten wir folgende bemerkenswerte Erscheinung. Der Sauerstoff wurde bei Zimmertemperatur adsorbiert und das Gefäß daraufhin evakuiert. Maß man jetzt die Ausbeute S/P der Sekundärelektronen in Abhängigkeit vom Beschleunigungspotential, so lagen die erhaltenen Kurven bei 83° abs. wesentlich höher (bis zu 100%) als bei 293° abs. Dieser Temperatureinfluß war so lange zu reproduzieren, bis die Ausbeute im Verlauf eines Tages wieder nahezu auf den Wert des reinen Metalls zurückgegangen, also der adsorbierte Sauerstoff abgepumpt war.

Wir vermuten, daß die Erscheinung durch einen Einfluß der Temperatur auf den Molekularzustand des adsorbierten Sauerstoffs zu erklären ist und daß hiervon auch die Sekundärelektronenausbeute abhängt. Bei Adsorption von molekularem Wasserstoff erhielten wir keine Änderung der Sekundäremission.

Breslau, Physikalisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule und der Universität, den 17. Juli 1939.

R. SUHRMANN. W. KUNDT.

Über Fehlerstellen in Cellulosemolekülen[1].

Der makromolekulare Bau der Cellulose wurde durch Umwandlungen in polymeranaloge Acetate und Nitrate bewiesen[2]. Zu derartigen Umsetzungen wurden polymerhomologe Cellulosen benutzt, die durch Umfällen aus SCHWEIZERS Reagens gereinigt waren[3]. Führt man dagegen native, insbesondere gebleichte Fasercellulosen durch Nitrieren mit Salpeter-Phosphorsäure in Nitrate über, so ist der Polymerisationsgrad dieser Nitrate wesentlich höher als der der Cellulosen. Dabei wurden die Polymerisationsgrade der Cellulose durch Viskositätsmessungen in SCHWEIZERS Reagens, die der Nitrate durch solche in Acetonlösung bestimmt; der Polymerisationsgrad (P) wurde nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\frac{\eta_{sp}}{c} = K_m \cdot P .$$

Dabei ist η_{sp} die spezifische Viskosität der Lösung, c ihre Konzentration in Gramm pro Liter, K_m eine Konstante, die für Cellulose in SCHWEIZERS Reagens $5 \cdot 10^{-4}$ beträgt, für Cellulosenitrate in Aceton[4] $11 \cdot 10^{-4}$.

Zur Klärung dieser Unstimmigkeiten wurde angenommen[5], daß die Moleküle der Fasercellulose esterartige Bindungen enthalten, die durch Alkali verseift werden, während sie beim Nitrieren erhalten bleiben. Diese Annahme hat sich bestätigt; denn Oxycellulosen, die nach dem Verfahren von DAVIDSON[6] durch Behandlung von Baumwollcellulose mit verdünnten sauren Bichromatlösungen erhalten wurden, liefern Nitrate, deren Polymerisationsgrad 4—5mal höher ist als der der Ausgangscellulosen selbst. Nach dem Umfällen aus SCHWEIZERS Reagens oder nach dem Behandeln der Cellulose mit Natronlauge werden dagegen polymeranaloge Nitrate erhalten; vgl. folgende Tabelle.

Wir können also 2 Arten von Celluloseketten unterscheiden; zunächst die normalen Celluloseketten, die aus

[1] Zugleich 225. Mitteilung „Über makromolekulare Verbindungen". 224. Mitteilung, G. V. SCHULZ, Z. Elektrchem, im Druck. Zugleich 51. Mitteilung über Cellulose, 50. Mitteilung über Cellulose, vgl. H. STAUDINGER u. F. REINECKE, Kunstseide und Zellwolle.

[2] H. STAUDINGER u. O. SCHWEITZER, Ber. dtsch. chem. Ges. 63, 3132 (1930) — H. STAUDINGER u. G. DAUMILLER, Liebigs Ann. 529, 219 (1937) — H. STAUDINGER u. ROLF MOHR, Ber. dtsch. chem. Ges. 70, 2296 (1937) — H. STAUDINGER u. F. REINECKE, Liebigs Ann. 535, 47 (1938) — H. STAUDINGER, Naturwiss. 25, 673 (1937).

[3] H. STAUDINGER u. B. RITZENTHALER, Ber. dtsch. chem. Ges. 68, 1225 (1935).

[4] H. STAUDINGER, Papierfabrikant 36, 373, 381, 473, 481 (1938).

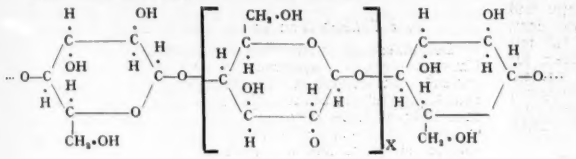
[5] H. STAUDINGER, Cellulosechem. 15, 53 (1934).

[6] J. Textile Inst. 29, 195 (1938).

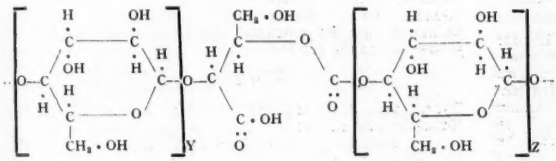
Tabelle 1. Polymerisationsgrad der Oxycellulosen und ihrer Nitrate.

	Nr.	Polymerisationsgrad der Cellulose in SCHWEIZERS Reagens	Polymerisationsgrad des Nitrates in Aceton
Baumwollcellulose mit	I	460	1530
Bichromat oxydiert	II	185	740
Nach dem Umfällen aus	I	400	430
SCHWEIZERS Reagens	II	170	195
Nach dem Behandeln mit	I	420	480
verdünnter Natronlauge	II	185	195

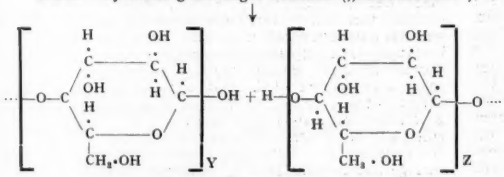
Glukoseresten aufgebaut sind, d. h. bei denen eine ununterbrochene Folge von pyranoiden Ringen vorliegt; es sind dies die umgefällten Cellulosen, deren Polymerisationsgrad in SCHWEIZERS Reagens gleich dem ihrer Nitrate ist. Weiter existieren Cellulosemoleküle mit reaktionsfähigen Fehlerstellen, die esterartige Bindungen enthalten, die durch Alkali gesprengt werden. Aus normalen Celluloseketten können solche mit Fehlerstellen dadurch gebildet werden, daß ein Glukoserest oxydativ aufgespalten wird und so ein Kohlensäureester folgender Formel entsteht.



normale Cellulose



Durch Oxydation geschädigte Cellulose („Estercellulose").



Durch Verseifen gespaltene „Estercellulose".

Es ist in anderen Fällen bekannt, daß solche Kohlensäureester durch konzentrierte Salpetersäure nicht gespalten werden[1], daß sie leicht dagegen in alkalischem Medium zu verseifen sind[2].

Viskositätsmessungen in SCHWEIZERS Reagens liefern den Polymerisationsgrad der normalen Celluloseketten, die keine esterartigen Bindungen in den Fadenmolekülen enthalten. Durch Viskositätsmessungen von Nitratlösungen erhält man dagegen den Polymerisationsgrad der gesamten Kette; diese Gesamtkettenlänge bestimmt auch die physikalischen Fasereigenschaften des betreffenden Produktes; z. B. hat Produkt II vor der Alkalibehandlung noch gute Eigenschaften, da die Gesamtkettenlänge einem Durchschnittspolymerisationsgrad von 740 entspricht. Der Polymerisationsgrad der normalen Celluloseketten in Schweizer-Lösung beträgt dagegen nur 185. Eine so stark abgebaute Cellulose sollte keine Fasereigenschaften mehr besitzen[1].

Diese Befunde sind für die Technik von Bedeutung; denn eine Cellulose mit vielen Fehlerstellen hat scheinbar noch eine brauchbare Festigkeit; diese wird aber durch Behandeln mit Natronlauge stark beeinträchtigt. Ein derartiger Abbau ist bei der Herstellung der Viskose von Bedeutung; auch beim Waschprozeß machen sich solche Fehlerstellen unangenehm bemerkbar, da die Cellulose in ihre Bruchstücke zerfällt und von ihrer Festigkeit einbüßt.

Hauptsächlich müssen die Kunstfasern auf solche Fehlerstellen geprüft werden, da diese den Gebrauchswert der Fasern sehr stark herabsetzen. Solche Fehlerstellen in Cellulosen und in Kunstfasern können durch jeden oxydativen Angriff auftreten, also z. B. beim Bleichen und beim Waschen mit Peroxyden. Die oben formulierte Veränderung in den Cellulosemolekülen gibt dabei nur eine der Möglichkeiten wieder; wahrscheinlich werden verschiedenartig gebaute Fehlerstellen in der Cellulosekette eingelagert sein[2].

Freiburg i. Br., Chemisches Institut der Universität, den 22. Juli 1939. H. STAUDINGER. A. W. SOHN.

[1] I. D. RIDEL, D.R.P. 264012; C. 1913 II, 1181; FRIEDLÄNDER *11*, 193.

[2] A. SKRABAL, Mh. Chem. **38**, 305 (1917).

Skototenin, ein neuer Streckungswuchsstoff in höheren Pflanzen.

Bei Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen den Etiolierungserscheinungen und dem Gehalt der Pflanzen an Streckungswuchsstoffen wurde in etiolierten Pflanzen ein neuer Wuchsstoff der Auxingruppe entdeckt. Etiolierte, 5—7 Tage alte Erbsenpflanzen wurden im Dunkelzimmer von den Blättern befreit, und die 5 bis 8 cm langen Stengel wurden mit peroxydfreiem Äther extrahiert. Um die ätherischen Extrakte auf Wuchsstoffe zu untersuchen, wurden sie im Dunkelzimmer 3mal mit einer schwach alkalischen Glykoselösung ausgeschüttelt, wobei die sauer reagierenden Auxine in die wässerige Lösung übergehen. Es zeigte sich dann, daß nach der Ausschüttlung ein Stoff in der ätherischen Lösung vorhanden war, der die Wachstumsgeschwindigkeit der *Avena*-Koleoptile beschleunigte, also ein Wuchsstoff der Auxingruppe. Bei erneuter dreimaliger Ausschüttlung der ätherischen Lösung mit alkalischer Glykoselösung konnte gezeigt werden, daß aller sauer reagierende Wuchsstoff durch die ersten drei Ausschüttlungen entfernt worden war. Es muß somit in dem Ätherextrakt der etiolierten Erbsenkeimlinge ein *neutraler* Wuchsstoff vorhanden sein. Die Menge desselben in den Stengeln ist recht bedeutend. Als Beispiel sei die folgende Tabelle angeführt, in welcher *d* die Längendifferenz in Millimeter zwischen der konvexen und konkaven Seite des gekrümmten Teils der Koleoptile ist.

Wenn die ätherische Lösung des neutralen Wuchsstoffes über Wasser abgedampft wird, geht die gesamte Wuchsstoffmenge ins Wasser über. Der Stoff ist somit wasserlöslich.

100 mg Agar enthielten den neutralen Wuchsstoff aus ... mg Stengel (Frischgewicht)	Krümmung *d*
33	0,17
67	0,27
133	0,57

Der neutrale Wuchsstoff kommt in etiolierten Erbsenpflanzen neben geringeren Auxinmengen vor. Wenn etiolierte Pflanzen unter Glas 2 Stunden mit Sonnenlicht be-

[1] H. STAUDINGER u. F. REINECKE, Papierfabrikant **36**, 489 (1938) — Melliand Textilber. **20**, 109 (1938). — H. STAUDINGER u. I. JURISCH, Papierfabrikant **37**, 181 (1939).

[2] Vgl. FR. MÜLLER, Helvet. chim. Acta *22*, 208, 217, 376 (1939).

lichtet werden, wird der Gehalt der Stengel an neutralem Wuchsstoff um 30—50% verringert. In grünen Erbsenpflanzen kommt er, wenn überhaupt vorhanden, nur sehr spärlich vor. Seine Bildung kann aber hier durch Verdunkelung hervorgerufen werden. Er wurde ferner in etiolierten *Vicia faba*-Keimlingen und in Keimblättern von etiolierten *Helianthus*-Pflanzen nachgewiesen.

Der in dieser Mitteilung beschriebene neutrale Wuchsstoff dürfte vielleicht mit dem neutral reagierenden Auxin-a-Lacton identisch sein, oder auf andere Weise mit dem Auxin chemisch verwandt sein. Bisher ist aber hierüber nichts bekannt, und ich würde daher als vorläufigen Namen für diesen Stoff *Skototenin* vorschlagen (von σκοτος, Finsternis, und τεινω, strecken).

Über die Eigenschaften (unter anderem die Photosensibilität) des Skototenins und über seine Bedeutung für die Etiolierungserscheinungen, sowie über seine Wanderung und Verteilung in den Pflanzen während der Wachstumsbewegungen, sind Untersuchungen in Angriff genommen.

Kopenhagen, Pflanzenphysiologisches Laboratorium der Universität, den 26. Juli 1939. Poul Larsen.

Über das Hypericin, den photodynamisch wirksamen Farbstoff aus Hypericum perforatum.

In verschiedenen Hypericum-Arten, darunter in dem einheimischen *Hypericum perforatum* (Johanniskraut), kommt in Blüten, Blättern und Stengeln ein roter Farbstoff, das Hypericumrot oder Hypericin, vor, dessen Lösungen rot fluoreszieren. Seine photodynamische Wirkung hat man für eine eigentümliche, als Hypericismus bezeichnete Lichtkrankheit verantwortlich gemacht, die bei Pferden und Schafen dann auftreten kann, wenn die Tiere nach Genuß von bestimmten Hypericumarten (sog. Hartheu) starkem Sonnenlicht ausgesetzt werden.

Wir haben den roten Hypericumfarbstoff, für den wir den Namen Hypericin beibehalten, zum erstenmal in kristallisierter Form aus Hypericum perforatum isoliert. Er bildet glänzende, dünne Stäbchen von dunkelvioletter, fast schwarzer Farbe, die sich, ohne zu schmelzen, von etwa 330° ab zersetzen. Hypericin ist in den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln mit Ausnahme von Pyridin und Piperidin schwer löslich. Seine roten Lösungen zeigen scharfe Absorptionsbanden und prachtvolle rote Fluoreszenz. Die Schwerpunkte der Absorptionsbanden liegen in Essigester bei 597, 554 und 516 mμ, in Pyridin bei 603, 559 und 520 mμ.

In Phosphatpufferlösung (m/15, p_H 8,6) ist Hypericin mit roter, in Lauge und konz. Schwefelsäure mit grüner Farbe löslich. Die rotviolette Lösung in Essigsäureanhydrid färbt sich auf Zusatz von Boressigsäureanhydrid grün (rote Fluoreszenz). Hypericin enthält keinen Stickstoff und keine Methoxylgruppen. Durch Acetylierung wurde eine kristallisierte gelbe Acetylverbindung erhalten, die sich beim Erhitzen ohne scharfen Schmelzpunkt zersetzt. Benzoylierung ergab eine kristallisierte gelbe Benzoylverbindung vom Schmelzpunkt 224—226°.

Die Analysenwerte des Hypericins passen auf die Formel $C_{28}H_{16}O_8$. Berechnet man die Analysenzahlen der Benzoylverbindung auf diese vorläufige Bruttoformel, so ergibt sich ein Gehalt von 6 Benzoylresten. Danach wären von den 8 Sauerstoffatomen dieser Formel 6 als Hydroxylgruppen vorhanden. Auf Grund der bisherigen Befunde ist es wahrscheinlich, daß die beiden restlichen Sauerstoffatome in Form von Ketogruppen einer Chinongruppierung angehören. Da im Hypericin kein einfaches Poly-oxy-anthrachinon vorliegt, legt eine Bruttoformel $C_{28}H_{16}O_8$ die Vermutung nahe, daß das Hypericin vielleicht ein Hexa-oxy-derivat des meso-Di-anthrons $C_{28}H_{16}O_2$ ist.

Verabreicht man Hypericin, das in einer Pufferlösung gelöst ist, per os oder subcutan an weiße Ratten oder Mäuse, so tritt bei Bestrahlung mit einer 2000-Watt-Glühbirne zunächst die für photodynamische Wirkung typische Veränderung der Körpertemperatur und bei längerer Belichtung der Lichttod ein.

Göttingen, Allgemeines Chemisches Universitäts-Laboratorium, den 27. Juli 1939.

Hans Brockmann. Mohammed Nagib Haschad. Karl Maier. Fritz Pohl.

Über die mittlere freie Weglänge der Mesotronen.

Das Gesetz des zeitlichen Zerfalls der Mesotronen

$$\frac{J_1}{J_2} = e^{-\lambda t} = e^{-t/\tau_0} \tag{1}$$

schreiben wir mit

$$t = \frac{\mu c^3}{E} \cdot \frac{s}{c} = \frac{\mu c}{E} \cdot s$$

(μ = Masse, E = Energie der Mesotronen, c = Lichtgeschwindigkeit, s = Differenz der Mesotronenwege bei zwei verschiedenen Luftdrucken[1] und τ_0 = mittlere Lebensdauer der Mesotronen) in der Form

$$\frac{J_1}{J_2} = \exp\left(-\frac{\mu c}{E\tau_0} \cdot s\right) \tag{2}$$

und vergleichen dasselbe mit dem Absorptionsgesetz

$$\frac{dJ}{J} = -k\varrho\, dh \tag{3}$$

für eine stabile Strahlung durch inhomogene Materie mit der Dichte $\varrho = \varrho(h)$, *wobei k einen später zu definierenden Absorptionskoeffizienten bedeutet.* Bei Berücksichtigung der hydrostatischen Grundgleichung* $dp = +g\varrho\, dh$ (p = Luftdruck, g = Schwerebeschleunigung) folgt aus (3):

$$\ln\left(\frac{J_1}{J_0}\right) = -\frac{k}{g}(p_1 - p_0), \tag{4}$$

wobei J_0 die Intensität am Entstehungsort der Mesotronen beim Luftdruck p_0 ($\approx 7{,}6$ cm Hg) und p_1 den Luftdruck am Erdboden (Messungsort) bedeuten. Nach einer zeitlichen Druckänderung $p_1 \to p_2$ gilt entsprechend

$$\ln\left(\frac{J_2}{J_0}\right) = -\frac{k}{g}(p_2 - p_0) \tag{5}$$

und somit nach (4) und (5):

$$\ln\left(\frac{J_1}{J_2}\right) = -\frac{k}{g}(p_1 - p_2). \tag{6}$$

Diese Beziehung ist vom Luftdruck am Entstehungsort der Mesotronen unabhängig. Gemäß

$$p_1 - p_2 = g\overset{*}{\varrho}(h_1 - h_2) \tag{7}$$

ist $h_1 - h_2$ das dem zeitlichen Druckunterschied $p_1 - p_2$ *am Boden* entsprechende Höhenintervall (= Verschiebung der Isobarenflächen) *bei der Luftdichte $\overset{*}{\varrho}$ in Bodennähe*, wofür nach Einführung der Höhe H der homogenen Atmosphäre (nahezu $8 \cdot 10^5$ cm) genügend genau $h_1 - h_2 = H \ln(p_1/p_2)$ und somit für (6)

$$\ln(J_1/J_2) = -k\overset{*}{\varrho}(h_1 - h_2) = -k\overset{*}{\varrho} H \ln(p_1/p_2) \tag{8}$$

geschrieben werden kann.

Andererseits erlaubt (4) die Darstellung

$$\ln(J_1/J_0) = -k\varrho_m s_1, \tag{9}$$

mit der mittleren Dichte

$$\varrho_m = \frac{p_1 - p_0}{g s_1} \tag{10}$$

längs des Weges s_1. Bei dem Druckunterschied $p_2 - p_0$, entsprechend dem Weg s_2 in der „homogenen Atmosphäre mit der mittleren Dichte ϱ_m", wird $s = s_1 - s_2 = (p_1 - p_2)/g\varrho_m$ und somit nach (6):

$$\ln(J_1/J_2) = -k\varrho_m s, \tag{11}$$

so daß der Vergleich mit (2)

$$k = \frac{\mu c}{\varrho_m E \tau_0} \tag{12}$$

liefert. Die Substitution dieses Ausdrucks (12) in (8) ergibt dann unter Einführung des Luftdruckkoeffizienten

$$f = -\frac{1}{\overset{*}{p}} \frac{(\ln J_1 - \ln J_2)}{(\ln p_1 - \ln p_2)} \tag{13}$$

($\overset{*}{p}$ = mittlerer Luftdruck am Boden) die Halbwertszeit der Mesotronen zu

$$\tau_0 = \frac{\overset{*}{\varrho}}{\varrho_m} \cdot \frac{H\mu c}{f\overset{*}{p}E} \tag{14}$$

und damit die mittlere freie Weglänge

$$L = \tau_0 \cdot \frac{E}{\mu c} = \frac{\overset{*}{\varrho}}{\varrho_m} \cdot \frac{H}{f\overset{*}{p}}, \tag{15}$$

[1] Kolhörster u. Matthes, Phys. Z. 40, 142 (1939).

* h nach unten positiv gezählt.

wobei die Energie der Mesotronen in der zweiten Form nicht mehr explizit auftritt.

Die Einführung der Höhe H der homogenen Atmosphäre kann man übrigens vermeiden, wenn man (12) in (6) substituiert und für $p_1 - p_2 = p_2 \ln (p_1/p_2)$ schreibt, was wegen p_1/p_2 nahezu $= 1$ zulässig ist; es wird dann $\frac{1}{p_2} \frac{(\ln J_1 - \ln J_2)}{(\ln p_1 - \ln p_2)}$ praktisch mit f identisch und

$$L = \frac{1}{\varkappa \varrho_m f}, \qquad (16)$$

eine sehr einfache Beziehung zur Berechnung der mittleren freien Weglänge der Mesotronen aus dem Luftdruckkoeffizienten, die man übrigens auch aus (15) wegen $\overset{*}{p} = g \overset{*}{\varrho} H$ erhalten kann.

Unter der Annahme, daß die Mesotronen aus der Primärstrahlung nach Durchdringung einer Atmosphärenschicht vom Druckäquivalent $p_0 \approx 7{,}6$ cm Hg $\approx \overset{*}{p}/10$ entstehen[1], berechnet man aus der mittleren vertikalen Dichteabnahme in der Atmosphäre nach Gleichung (10) $\varrho_m = 560$ g m^{-3}, und mit einem mittleren Luftdruckkoeffizienten $f = 1{,}55$ Proz./cm Hg folgt dann aus (16) für die Zerfallsweglänge

$$L = 15{,}3 \text{ km},$$

welcher Wert sich sowohl mit energetischen Abschätzungen[1] als auch mit Bestimmungen aus der Richtungsverteilung der harten Komponente[2] in guter Übereinstimmung befindet. Aus (15) ergibt sich dann mit dem Wert $\tau_0/\mu = 1{,}29 \cdot 10^{10}$ sec/g^{-1} (Blackett) und $L = 15{,}3$ km

$$E = 2{,}25 \cdot 10^9 \text{ eV}$$

für die Energie der Mesotronen. Es sei noch bemerkt, daß die Gleichung (16) natürlich nicht so zu deuten ist, als ob L von ϱ_m abhängig wäre, vielmehr besagt dieselbe, daß der Luftdruckkoeffizient f der mittleren Dichte ϱ_m umgekehrt proportional ist.

Berlin, Meteorologisches Institut der Universität und Institut für Höhenstrahlenforschung Berlin-Dahlem, den 22. Juli 1939. H. Ertel. W. Kolhörster.

[1] Euler u. Heisenberg, Ergebn. exakt. Naturw. **17**, 1 (1938).

[1] Blackett, Nature (Lond.) **142**, 992 (1938).
[2] Weisz, Naturwiss. **27**, 501 (1939).

Besprechungen.

Chemical Reactions involving Solids. A general discussion held by the Faraday Society, April 1938. London: Gurney and Jackson 1938. II, 266 S. 15 cm × 23 cm. Preis geb. 12/6 s. net.

In den 2 Hauptabschnitten werden erst die physikalischen Grundlagen und dann einige speziellere Probleme der chemischen Reaktionen im festen Zustand behandelt.

N. F. Mott behandelt *„Energieniveaus in Real- und Idealkristallen"*, und J. C. Slater zeigt, daß bei der Betrachtung der *„Angeregten Energieniveaus von isolierenden Kristallen"* in erster Näherung die einfache Wellentheorie versagt und nur unter Berücksichtigung spezieller Annahmen brauchbar ist. J. D. Bernal berichtet über *„Geometrische Faktoren bei der Reaktion im festen Zustand"*, G. Hevesy über *„Die Selbstdiffusion im festen Zustand"* und A. C. McKay *„Über den Selbstdiffusionskoeffizienten des Goldes"*. Anschließend spricht C. Wagner *„Über Platzwechselvorgänge der Ionen und Elektronen im festen Zustand, eine Erklärung für Reaktionen zwischen festen Körpern"*, und W. Jost stellt in seinem Vortrag *„Fehlordnungsenergie in Ionenkristallen"* fest, daß der einfache Bornsche Ausdruck der Gitterenergie nur zu dem Entscheid ausreicht, ob Frenkelsche oder Schottkysche Fehlordnung vorliegt. T. P. Hoar und L. E. Price geben eine *„Elektrochemische Deutung der Wagnerschen Theorie der Anlaufvorgänge"*; sie betrachten das System als elektrolytische Zelle und geben die Ableitung einer Formel dafür. Den Beschluß des ersten Abschnittes bildet *„Die Beziehung zwischen der elektrolytischen Leitfähigkeit und der Kristallstruktur fester Körper"*, die J. A. A. Ketelaar am Beispiel des Ag_2HgJ_4 aufzeigt.

Den ersten Teil über photochemische Prozesse des zweiten Hauptabschnittes leiten R. Hilsch und R. W. Pohl ein: *„Neue Untersuchungen über photochemische Prozesse in Kristallen und ihre Messungen mit elektrischen Mitteln"*. Sie zeigen eine neue Beziehung zwischen dem photoelektrischen Primär- und Sekundärstrom. Die Sensibilisierung photographischer Schichten behandeln J. Eggert und M. Biltz: *„Die spektrale Empfindlichkeit photographischer Schichten"* und C. F. Goodeve und J. A. Kitchener: *„Der Mechanismus der Photosensibilisierung durch feste Körper"*. Über Entwicklungsvorgänge berichten W. Reinders und M. C. F. Benkers: *„Die physikalische Entwicklung des latenten Bildes"*, und A. J. Rabinovitch: *„Über die Adsorptionstheorie der photographischen Entwicklung"* mit Modellversuchen. F. Weigert bespricht einen Photodichroismus in: *„Ein neues Zeitphänomen bei photographischen Emulsionen"*, und Lüppo-Cramer gibt eine allgemeine Übersicht: *„Über photographische Empfindlichkeit"*.

Der zweite Teil ist der chemischen Zersetzung fester Körper (einschließlich Detonation) vorbehalten. W. E. Garner untersucht *„Die Kernbildung bei der thermischen Zersetzung fester Körper"*, ihre Bildungstypen, ihr Wachstum und den Einfluß der Induktionsperiode der Reaktionen. F. R. Meldrum berichtet über: *„Die Zersetzung von Jodstickstoff"*. *„Einige Bemerkungen über den Mechanismus der Reaktionen vom Typus A (fest) = B (fest) + C (Gas)"* an den Beispielen des $CaCO_3$, $ZnCO_3$, $CdCO_3$, ihren wirklichen und scheinbaren Gleichgewichten machen J. Zawadzki und S. Bretsznajder. Formelmäßig erfaßt S. Z. Roginsky den *„Einfluß der Übersättigung auf den Endzustand in topochemischen Reaktionen"*, während J. Colvin und J. Hume am Beispiel des $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$ *„Die Entwässerung von Salzhydraten"* behandeln. W. E. Garner leitet mit einer Arbeit über *„Das Zustandekommen einer Detonation oder Explosion aus der thermischen Zersetzung"* die Gruppe der Arbeiten über Explosionsvorgänge ein. Er zeigt am Beispiel des Hg-Fulminat, daß die Induktionsperiode ausgeschaltet werden muß, wenn man den Ablauf des Vorganges auf Grund der Wahrscheinlichkeitsgesetze deuten will. H. Muraour gibt eine Klasseneinteilung der Sprengstoffe in seiner *„Bemerkung zur Theorie explosiver Reaktionen"*. T. Carlton-Sutton zeigt *„Mittels Energiemessung beim Trinitrophenylnitramin (Tetryl) nachgewiesene drei Detonationsformen"*, deren Detonationsenergien 950, 1070, 1160 Cal./g in Wasser gemessen betragen. Ein Bild vom Durchgang der Detonationswelle durch festen Explosivstoff entwickeln W. Taylor und A. Weale in dem Vortrag: *„Bedingungen für das Zustandekommen und die Fortpflanzung der Detonation in festen Explosivstoffen"* zum Beschluß dieses Teiles.

Den Schlußteil des Buches bilden die Reaktionen zwischen festen Körpern mit Gasen und Flüssigkeiten unter besonderer Berücksichtigung des festen Kohlenstoffes. Beginnend behandelt H. L. Riley *„Bildungsbedingungen der Kohle und ihre Reaktionsfähigkeit"*. Anschließend geben U. Hofmann und W. Rüdorff Reaktionsschemata und eine Diskussion der Zwischenstadien für *„Die Bildung von Graphitsalzen mit starken*

Säuren". O. RUFF betrachtet: „*Reaktionen des festen Kohlenstoffes mit Gasen und Flüssigkeiten*", z. B. O_2, F_2, CO_2 und Metallen, und H. THIELE berichtet über „*Die Oxydation von Kohlenstoff in Elektrolyten bei Zimmertemperatur*". Er betrachtet die Graphitsäure als Zwischenglied zwischen einer anorganischen Verbindung und einer polymeren organischen Substanz. In „*Bildung und Eigenschaften der Aktivkohle*" bespricht E. BERL Aktivierungsverfahren und Anwendung der Aktivkohle. In der Gruppe der letzten 4 Arbeiten aus der Chemie der Oberflächenreaktionen mißt zuerst L. MEYER in „*Die Oberflächenreaktion von Graphit mit Sauerstoff, Kohlendioxyd und Wasserdampf bei niedrigen Drucken*" von etwa $5 \cdot 10^{-2}$ mm Hg die Aktivierungsenergie mit 20—30 kcal. Anschließend gibt V. SIHVONEN eine Zusammenfassung aus seinen 50 Arbeiten, die am Schluß aufgeführt sind: „*Der Einfluß von Keto- und Ketongruppen, adsorbierten Molekülen und Ionen auf den Mechanismus der Kohlenstoffoxydation*". In „*Die Rolle der Oberflächenoxyde bei der Kohlenstoffoxydation*" stellt R. F. STRICKLAND-CONSTABLE fest, daß dieser Sauerstoff sich nur bei höheren Temperaturen austreiben läßt. In der letzten Arbeit behandelt J. D. LAMBERT: „*Die Wirkung gewisser Metalle auf den Oxydationsprozeß des Kohlenstoffs*" als katalytisches Problem.

WOLFRAM SCHÜTZ, Ludwigshafen/Rh.

SCHUBERT, GERHARD, und ARTUR PICKHAN, **Erbschädigungen.** (Probleme der theoretischen und angewandten Genetik und deren Grenzgebiete. Redigiert von W. F. REINIG.) Leipzig: Georg Thieme 1938. 164 S. und 13 Abbild. 13 cm × 21 cm. Preis kart. RM 6.80.

Aus deutschen Forschungsstätten sind im Jahre 1937 zwei gute zusammenfassende Darstellungen über die Probleme und die Ergebnisse der Mutationsforschung erschienen. Zuerst hat TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, dem ja ein Hauptanteil an den großen Erfolgen der strahlengenetischen Forschung am Objekt der *Drosophila* zukommt, einen alles Wesentliche bringenden Bericht über die Mutationsforschung geliefert, und bald danach hat ERWIN BAURS früherer Mitarbeiter STUBBE, der auf botanischem Gebiete, nämlich an BAURS altem Hauptobjekt, dem Löwenmäulchen, zahlreiche Mutationsarbeiten durchgeführt hat, ebenfalls einen zusammenfassenden Bericht über spontane und strahleninduzierte Mutabilität geschrieben. In engem Zusammenhang mit den in diesen beiden Büchern behandelten Fragen stehend, ja großenteils mit ihnen identisch sind die Probleme, die SCHUBERT und PICKHAN, letzterer Autor ebenfalls auf strahlengenetischem Gebiete forschend tätig, in einem neuen Band der THIEMEschen Serie: Probleme der theoretischen und angewandten Genetik behandeln. Demgemäß bringen mehrere, als ausführliche Einleitung und biologische Grundlegung gedachte Kapitel in straffer Zusammenfassung des Wesentlichen Ausführungen über die Chromosomentheorie der Vererbung, über die Beziehungen zwischen Gen und Merkmal, über die allgemeinen Ergebnisse der Mutationsforschung und über neuere „populationsgenetische" Auffassungen, und ebenso nimmt die Darstellung der Ergebnisse über Mutationsauslösung durch Strahlung und durch andere physikalische und chemische Außenfaktoren einen breiten Raum ein. Die Darstellung des vorliegenden Buches ist aber in ausgesprochener Weise auf die Verhältnisse beim *Menschen* ausgerichtet. Die Erbschädigung beim Menschen, ihre Häufigkeit, die Gefahren ihres Eintretens durch auslösende Außenfaktoren und die Wege zur Verhütung derartiger erbschädigender Einflüsse, das sind die Fragen, auf deren Beantwortung auf Grund unseres gegenwärtigen Wissensstandes das Buch abzielt. In ausgiebiger Auswertung des Schrifttums, von dessen Umfang das Verzeichnis am Schluß des Bandes dem weniger Eingeweihten ein eindrucksvolles Bild gibt, legen die Verfasser, beide Ärzte, eine gut lesbare, inhaltreiche Darstellung vor, die als eine willkommene Bereicherung der Literatur bezeichnet werden kann.

GÜNTHER JUST, Berlin-Dahlem.

Die Rohstoffe des Tierreichs. Herausgegeben von FERDINAND PAX und WALTHER ARNDT. Erster Band, zweite Hälfte (Schluß d. 1. Bd.). 14. Lieferung. (Inhalt Kapitel X u. XI). Berlin: Gebr. Borntraeger 1938. IV, 234 S. (S. 2001—2235) und 69 Abbild. 17 cm × 25 cm. Subskr.-Preis RM 20.—, Preis brosch. RM 25.—.

Die Lieferung enthält folgende Einzelabhandlungen: H. KLÄHN, Subaquatische zoogene Gesteine. F. PAX, Zoogene Bau- und Schottermaterialien rezenten Ursprungs. F. PAX, Dünger von wirbellosen Tieren. M. SCHLOTT, Düngemittel aus Fischen und marinen Säugern. W. MEISE, Guano und anderer Vogeldung. F. HONCAMP, Harn und Kot des Menschen und der Haustiere. R. v. OSTERTAG, Dünger aus Schlachthöfen, Abdeckereien und Wollwäschereien. M. EISENTRAUT, Fledermausdung, Chiropterit und sonstiger Fossildung. M. EISENTRAUT, Exkremente und Harn in sonstiger Verwendung. — Unter den wertvollen Beiträgen sind vor allem die Arbeiten von KLÄHN über zoogene Kalke, Dolomite, Kieselgesteine und Eisenerze hervorzuheben, ferner die Verwendung von Molluskenschill, durch PAX dargestellt, und schließlich die ausgezeichnete Arbeit von MEISE über Guanobildung. Eine entlegene und umfangreiche Literatur ist in diesen Beiträgen verwertet worden, so daß die Zusammenstellungen nicht nur für den Biologen, sondern auch für den Geologen und Wirtschaftsgeographen unentbehrlich sind.

ERICH WASMUND, Kiel-Kitzeberg.

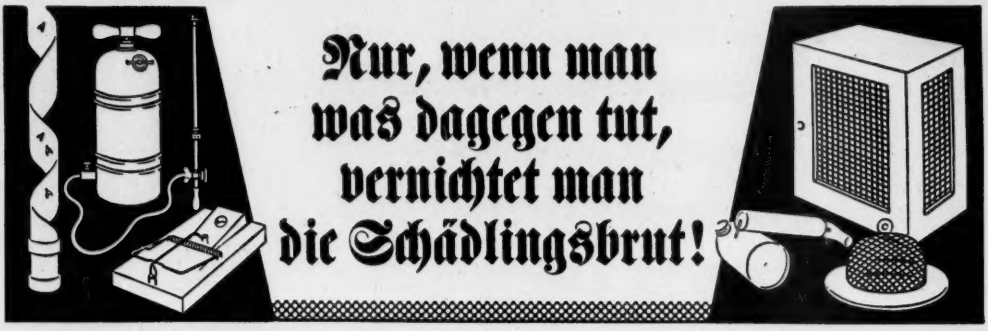
Berichtigung

zu unserer Mitteilung „*Die Vorgänge der Kalt- und Warmaushärtung von Duralumin.*" [Naturw. **27**, 299 bis 301 (1939).]

Wir werden von den *Dürener Metallwerken A.-G.* darauf aufmerksam gemacht, daß das Wort „Duralumin" als Bezeichnung von Leichtmetall-Legierungen auf der Basis von Aluminium und Kupfer ein eingetragenes Warenzeichen der Dürener Metallwerke ist. Die in unserer Arbeit behandelten Legierungen „Bondur 1739, 1711" sowie „I. G.", von welchen wir auch eine genaue Analyse angegeben haben, sind also nicht „Duralumin"-Proben der Dürener Metallwerke, sondern waren uns von der Metallgesellschaft Frankfurt (Bondur) für unsere Versuche überschickt bzw. von der I. G. Farbenindustrie, Bitterfeld, für diese Versuche hergestellt worden.

München, Physikalisches Institut der Universität, den 25. Juli 1939. HERMANN AUER. WALTHER GERLACH.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÖFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.



Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium.
Von **M. Knoll.** (Dritter Teil der Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium von E. Orlich.) Mit 57 Textabbildungen. IV, 67 Seiten. 1937. RM 3.—

Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren. Von Dr. **M. J. O. Strutt,** Eindhoven.
Erster Band: **Bau, Arbeitsweise, Eigenschaften.** Mit 128 Abbildungen im Text. VI, 131 Seiten. 1937. Vergriffen.
Zweiter Band: **Elektrophysikalische Grundlagen.** Mit 98 Abbildungen im Text. V, 144 Seiten. 1938. Steif geheftet RM 13.50

Braunsche Kathodenstrahlröhren und ihre Anwendung.
Von Reg.-Rat Dr. phil. **E. Alberti,** Berlin. Mit 158 Textabbildungen. VII, 214 Seiten 1932. RM 21.—; gebunden RM 22.20

Die Kathodenstrahlröhre und ihre Anwendung in der Schwachstromtechnik. Von **Manfred von Ardenne.** Unter Mitarbeit von Dr.-Ing. Henning Knoblauch. Mit 432 Textabbildungen. VIII, 398 Seiten. 1933. Gebunden RM 36.—

Verstärkermeßtechnik. Instrumente und Methoden. Von **Manfred von Ardenne.** Unter Mitarbeit von Wolfgang Stoff und Fritz Gabriel. Mit einem Geleitwort von Professor Dr. M. Pirani. Mit 246 Textabbildungen. VII, 235 Seiten. 1929. RM 20.25; gebunden RM 21.60

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Soeben erschien:

Geometrische Kristallographie und Kristalloptik

und deren Arbeitsmethoden

Eine Einführung von

Dr. **Franz Raaz** und Dr. **Hermann Tertsch**

Privatdozent an der Universität Wien — tit. a. o. Professor an der Universität Wien

Mit 260 Textabbildungen. IX, 215 Seiten. 1939

RM 18.60

Der Übergang von der Erkenntnis der theoretischen Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten in der Mineralogie zu deren praktischer Verwertung in den verschiedenen Untersuchungsmethoden pflegt Anfängern oder jenen, für die Mineralogie nur eine Hilfswissenschaft ist, wie etwa den Physikern, Chemikern und Pharmazeuten, bedeutende Schwierigkeiten zu bereiten. Die großen Lehrbücher — und mögen sie noch so ausgezeichnet sein — können den Fragen der Arbeitsmethodik kaum Raum geben, die methodischen Handbücher schrecken aber wegen ihres beträchtlichen Umfanges meist jene ab, denen es auf eine erste Orientierung in den Arbeitsweisen ankommt. Es besteht daher ein Bedürfnis nach einer Einführung in das Gebiet und seine Arbeitsmethoden.

Aus dieser Erkenntnis heraus und aufbauend auf langjährige Erfahrungen im Unterrichts- und Praktikabetrieb an der Hochschule haben es die beiden Wiener Mineralogen unternommen, ein solches einführendes Werk zu schaffen.

Inhaltsverzeichnis:

A. Kristallographie. Von Dr. Franz Raaz. I. Die kristallographischen Grundgesetze. a) Gesetz von der Konstanz der Flächenwinkel. Anlegegoniometer. b) Das Symmetrieprinzip in der Kristallwelt. c) Das Parametergesetz. d) Das Zonengesetz. Das Zonensymbol. Die Zonenregeln. e) Kristallmessung mittels Reflexionsgoniometers. — II. Methoden der graphischen Darstellung der Kristalle. a) Bildhafte Darstellung (Parallelperspektive). b) Schematische Darstellungen. c) Konstruktion des Achsenverhältnisses bei Kristallen mit rechtwinkeligem Achsenkreuz. — III. Grundaufgaben der stereographischen Projektion. a) Konstruktive Durchführung (mittels Zirkel und Lineal). b) Die Anwendung des Wulffschen Netzes. — IV. Die Symmetriegesetze in der Kristallwelt und ihr Einfluß auf die Verteilung und die Form der Flächen. a) Das Symmetriezentrum. b) Drehungsachsen (Deckachsen), Gyren. Über die Möglichkeiten von Deckachsenkombinationen. c) Spiegelebene (Symmetrieebene) und deren Beziehung zum Symmetriezentrum. d) Achsen der zusammengesetzten Symmetrie (Achsen II. Art), Gyroiden: e) Flächensymmetrie. — V. Entwicklung der Kristallklassen auf Grund der fünf Prinzipien der Formbildung (fünf einfache Stufen der Symmetrie). — VI. Die 32 Kristallklassen in ihrer Gruppierung auf sieben Abteilungen (Kristallsysteme). a) Hauptzonenverband: Neunzonensystem. b) Die sieben Kristallsysteme. c) Kristallklassen mit centrogyroidaler Herleitung. — VII. Formenbeschreibung für die einzelnen Kristallsysteme mit Beispielen konstruktiver Darstellung in stereographischer Projektion. a) Triklines System. b) Monoklines System. c) Rhombisches System. d) Tetragonales System. e) Hexagonales System. f) Rhomboedrisches oder trigonales System. g) Kubisches oder tesserales System. — VIII. Zwillingsbildungen. a) Zwillingsgesetze. b) Ausbildung der Zwillingskristalle. — IX. Die Raumgittervorstellung über den Feinbau der Kristalle. a) Anfänge und Entwicklung der Theorien über die Kristallstruktur. b) Die 14 Bravaisschen Gitter (Translationsgruppen) und die Weiterentwicklung der Theorie durch L. Sohncke. c) Zusätzliche Symmetrieelemente des Feinbaues: Schraubenachsen und Gleitspiegelebenen. d) Die Vollendung der Strukturtheorie. Die 230 Schoenfliesschen Raumgruppen.

B. Kristalloptik. Von Dr. Hermann Tertsch. I. Grundlagen im optischen Verhalten der Kristalle. a) Allgemeine Grundlagen. b) Farbe, Durchlässigkeit, Glanz. c) Doppelbrechung und Polarisation. d) Beziehungen zur Kristallsymmetrie. e) Die Brechungsquotienten doppelbrechender Kristalle. — II. Das Polarisationsmikroskop. a) Beobachtungen im Orthoskop. b) Beobachtungen im Konoskop. c) Auswählende Absorption — Pleochroismus. — III. Kristalle mit optischem Drehvermögen. a) Die Grunderscheinungen des optischen Drehvermögens. b) Die Arten optisch aktiver Substanzen. — IV. Beeinflussung des optischen Verhaltens der Kristalle. a) Einfluß der Temperatur auf die optischen Eigenschaften. b) Einfluß des Druckes auf die optischen Eigenschaften. c) Optische Anomalien. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. DA. II. Vj. 3115. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.